INTERJOVEN

2026

XI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE

JÓVENES AGROPECUARIOS





JÓVENES COMPROMETIDOS CON EL MEDIO AMBIENTE,

la innovación, equidad y sostenibilidad de los **Sistemas Agropecuarios**



MEMORIAS

DEL CONGRESO

- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS RESILIENTES
- BIOESTADÍSTICA, BIOINFORMÁTICA Y ECONOMETRÍA EN LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS
- SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES, BIODIVERSOS Y EQUITATIVOS
- MEDIO AMBIENTE, SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA, AGROTURISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL



Hotel Meliá Internacional Varadero
Varadero, Cuba

4 al 7 de junio de 2026

INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL
ICA

NOTA DEL COMITÉ ORGANIZADOR

Constituye para nosotros un gran placer contar con su presencia en el XI Encuentro Internacional de Jóvenes Agropecuarios INTERJOVEN 2026. El Instituto de Ciencia Animal del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba (ICA) le da la bienvenida a esta importante cita, dirigida a jóvenes científicos, técnicos y productores del sector agrario de diferentes países y nace por el interés de contribuir con el desarrollo agropecuario y la sustentabilidad de nuestros pueblos. En esta ocasión la sede oficial será el Hotel Meliá Internacional Varadero y contaremos con una Visita Técnica (experiencia práctica), Conferencias Magistrales y Sesiones Científicas en cuatro talleres. Estos constituirán espacios excepcionales para el intercambio científico y de experiencias prácticas relacionados con las temáticas abordadas, en el marco de las celebraciones por el Día Internacional del Medio Ambiente.

El Día Mundial del Medio Ambiente, que se celebra cada año el 5 de junio, se estableció por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1972. En el 2026, tendrá el lema principal AHORA POR EL CLIMA, y hace énfasis en que el planeta ya no negocia, sino que envía señales urgentes (mares crecientes, olas de calor y glaciares que se derriten). Así lo anunció el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El INTERJOVEN, desde su primera edición, en el año 2004, ha sesionado en esta fecha, demostrando el compromiso de los jóvenes del sector agropecuario con el desarrollo sostenible de nuestro país y el planeta. Se ha constatado la importancia de cada actor en el impulso de las mejores prácticas en el sector (productores primarios, sector educacional, centros de investigación, decisores de las políticas públicas y medios de difusión, entre otros). Se trabaja para que este encuentro, constituya un espacio para compartir saberes, experiencias y concertar acciones que contribuyan a mejorar los resultados en un sector tan estratégico para el desarrollo de nuestro país y la región.

Le deseamos una feliz y fructífera estancia, y retirarnos con conocimientos y motivaciones en nuestro quehacer profesional que generen nuevos resultados, productos y tecnologías para socializar en próximos encuentros.

Bienvenidos a INTERJOVEN 2026

INTERJOVEN

COMITÉ ORGANIZADOR

MSc. Saray Díaz Barrios, **Presidenta**

MSc. Mildrey Torres Martínez, **Secretaria Ejecutiva**

MSc. Andrés Raúl Hernández Montesinos, **Presidente del Comité Científico**

Dr. C. María F. Díaz Sánchez, **Directora General del ICA**

Dr. C. Bárbara Rodríguez Sánchez, **Directora de Investigación y Posgrado del ICA**

Téc. Adianet Jiménez Cecilio, **Información y gestión de base de datos**

Ing. Taimí Carrasco Acosta, **Divulgación**

PERSONAL DE APOYO

Dr. C. Maryen Alberto Vazquez

Ing. Duniet Pérez Torres

Joel Rodríguez Dieppa

Cómo Citar: Instituto de Ciencia Animal. (2026). *XI Encuentro Internacional de Jóvenes Agropecuarios INTERJOVEN 2026* (ISBN 978-959-7171-89-8). Varadero, Cuba: Instituto de Ciencia Animal - Ministerio de Educación Superior. Cu-ID: https://cu-id.com/book/978-959-7171-89-8

ISBN: 978-959-7171-89-8

9 789597 171898

INTERJOVEN

COMITÉ CIENTÍFICO

PRESIDENTE

MSc. Andrés Raúl Hernández Montesinos, ICA

MIEMBROS

MSc. Mildrey Torres Martínez (ICA)

MSc. Yolaine Medina Mesa (ICA)

MSc. Yaneilys García Avila (ICA)

MSc. Alfredo González Marrero (CEGED)

MSc. Saray Díaz Barrios (ICA)

MSc. Susan Kelly Hernández Lemus (ICA)

MSc. Yoelvys Londres Silot (ICA)

Dr. C. Oniel Suárez Zamora (EEPFIH)

MSc. Darian Samá Muñoz (UNAH)

Dr. C. Elianne Piloto Sardiñas (CENSA)

MSc. Alejandro Mederos Ramírez (INCA)

Ing. Claudia Cecilia Ruiz Domínguez (INCA)

DMVZ. Leonel Aguiar Caballero (ICA)

DMV. Gabriela Pérez Hernández (EEPFIH)

INTERJOVEN

ORGANIZA

Instituto de Ciencia Animal, ICA

AUSPICIAN Y PATROCINAN

Ministerio de Educación Superior, MES

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA

Academia de Ciencias de Cuba, ACC

Ministerio de la Agricultura, MINAG

Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", UNAH

Empresa de Ciencia y Tecnología de Interfaz del Complejo Científico Docente Productivo de Mayabeque S.A, ECM

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, EEPFIH

Hotel Meliá Internacional

Sol Caribe Tours S.A

Agencia de Viajes Ecotur S.A

Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF), MINAG

Cervantes – Producciones Digital S.R.L

Grupo Azucarero AZCUBA

MPM LACTEOS ROJAS S.R.L

YYOGestiono S.U.R.L

MPM Marelectrico S.R.L

Programas Nacionales, Sectoriales y Territoriales del CITMA

INTERJOVEN

PROGRAMA GENERAL

JUEVES 4		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 11:00 a.m.	**Visita Técnica**	Instituto de Ciencia Animal y Finca Ayala, Mayabeque
2:00 p.m.	**Acreditación y entrada al Hotel**	
VIERNES 5		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 9:30 a.m.	**Inauguración**	Salón Internacional 1
9:30 a.m. – 11:10 a.m.	**Panel** Seguridad y Soberanía alimentaria, Ciencia e Innovación y Medio ambiente	Salón Internacional 1
11:10 a.m. – 1:30 p.m.	**Taller** Medio ambiente, sostenibilidad energética, agroturismo y desarrollo territorial (MS)	Salón Internacional 1
1:30 p.m.	**Almuerzo**	Buffet
SÁBADO 6		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 11:10 a.m.	**Taller** Sistemas agrícolas sostenibles, biodiversos y equitativos (SA)	Salón Internacional 1
11:10 a.m. – 1:30 p.m.	**Taller** Sistemas de producción ganaderos resilientes (SG)	Salón Internacional 1
9:00 a.m. – 11:30 a.m.	**Taller** Bioestadística, bioinformática y econometría en los sistemas agropecuarios (BE)	Salón Atenas
1:30 p.m.	**Almuerzo**	Buffet
DOMINGO 7		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 10:20 a.m.	**Panel** Experiencias de Entidades de Ciencia y Tecnología en la formación y capacitación de los jóvenes del sector agropecuario	Salón Internacional 1
10:20 a.m. – 11:00 a.m.	**Clausura**	Salón Internacional 1
11:00 a.m. – 1:30 p.m.	**Almuerzo**	Buffet
2:00 p.m.	**Salida del Hotel**	Lobby

INTERJOVEN

PROGRAMA CIENTÍFICO GENERAL

JUEVES 4		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 11:00 a.m.	**Visita Técnica** • Presentación de resultados de investigación en sistemas silvopastoriles para vacunos y búfalos de engorde. • Visita y recorrido a la Finca Ayala con prácticas agroecológicas. • Presentación de productos y servicios generados de la vinculación de la ciencia, la producción y la Empresa no Estatal Lácteos Rojas.	Instituto de Ciencia Animal y Finca Ayala, Mayabeque
2:00 p.m.	**Acreditación y entrada al Hotel**	

VIERNES 5		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 9:30 a.m.	**Inauguración**	
9:30 a.m. – 11:10 a.m.	**Panel:** Seguridad y Soberanía alimentaria, Ciencia e Innovación y Medio ambiente	**Salón Internacional 1**
9:30 a.m. – 10:00 a.m.	**Conferencia:** Los Modelos de Gestión del Sistema de Ciencia e Innovación en el nuevo contexto de la agricultura cubana. MSc. Telce Abdel González Morera, Viceministro, Ministerio de la Agricultura, MINAG, Cuba.	
10:00 a.m. – 10:30 a.m.	**Conferencia:** Política ambiental cubana: articulaciones clave para la seguridad y soberanía alimentaria. Dr. C. Daimar Cánovas González, Viceministro del CITMA, Cuba.	
10:30 a.m. – 11:00 a.m.	**Conferencia:** El mercado de Carbono en Cuba: un instrumento de financiamiento climático para el desarrollo. Jorge Alejandro González Quintana, Unidad Técnica para el Mercado de Carbono en Cuba, CITMA, Cuba.	
11:00 a.m. – 11:10 a.m.	**Debate y cierre del Panel**	
11:10 a.m. – 1:30 p.m.	**Taller:** Medio ambiente, sostenibilidad energética, agroturismo y desarrollo territorial (MS)	
11:15 a.m. – 11:35 a.m.	**Conferencia MS 1:** Agroenergía enfocada a la economía circular, bajas emisiones, mitigación y adaptación al cambio climático para el desarrollo territorial. Dr. C. Jesús Suárez Hernández, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.	
11:35 a.m. – 11:40 a.m.	**Debate**	
11:40 a.m. – 12:20 p.m.	**Sesión:** Bioenergía como alternativa para la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas agroalimentarios	
11:40 a.m. – 12:10 p.m.	**Ponencias cortas: MS 2** al **MS 4**	
12:10 p.m. – 12:20 p.m.	**Debate**	
12:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Sesión:** Género, Juventudes y desarrollo territorial	
12:20 p.m. – 1:10 p.m.	**Ponencias cortas: MS 5** al **MS 9**	
1:10 p.m. – 1:20 p.m.	**Sesión:** Póster **MS 10** al **MS 17**	
1:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Debate y cierre del Taller**	

PROGRAMA CIENTÍFICO GENERAL

SÁBADO 6		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 11:10 a.m.	**Taller:** Sistemas agrícolas sostenibles, biodiversos y equitativos (SA)	
9:05 a.m. – 9:25 a.m.	**Conferencia SA 1:** Transformación de sistemas agrarios en sostenibles y ambientalmente responsables: actualización, experiencias y retos. Dr. C. Sandra Lok Mejías, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.	
9:25 a.m. – 9:30 a.m.	**Debate**	
9:30 a.m. – 10:20 a.m.	**Sesión:** Bioproductos y bioinsumos como alternativa sostenible en la transición agroecológica de los sistemas agroalimentarios	
9:30 a.m. – 10:00 a.m.	**Ponencias cortas: SA 2** al **SA 4**	
10:00 a.m. – 10:10 a.m.	**Sesión:** Póster **SA 5** al **SA 15**	
10:10 a.m. – 10:20 a.m.	**Debate**	
10:20 a.m. – 11:10 a.m.	**Sesión:** Tecnologías y procedimientos para elevar la eficiencia de los sistemas agrícolas	
10:20 a.m. – 10:50 a.m.	**Ponencias cortas: SA 16** al **SA 18**	
10:50 a.m. – 11:00 a.m.	**Sesión:** Póster **SA 19** al **SA 30**	
11:00 a.m. – 11:10 a.m.	**Debate y cierre del Taller**	**Salón Internacional 1**
11:10 a.m. – 1:30 p.m.	**Taller:** Sistemas de producción ganaderos resilientes (SG)	
11:15 a.m. – 11:35 a.m.	**Conferencia SG 1:** Sistemas silvopastoriles: Una solución basada en la naturaleza para mejorar la resiliencia de la producción ganadera. Dr. C. Julián David Chará, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Colombia.	
11:35 a.m. – 11:40 a.m.	**Debate**	
11:40 a.m. – 12:40 p.m.	**Sesión:** Experiencias de productores en proyectos de fomento forestal y de transición agroecológica en sistemas ganaderos	
11:40 a.m. – 12:20 p.m.	**Ponencias cortas: SG 2** al **SG 5**	
12:20 p.m. – 12:30 p.m.	**Sesión:** Póster **SG 6** al **SG 21**	
12:30 p.m. – 12:40 p.m.	**Debate**	
12:40 p.m. – 1:30 p.m.	**Sesión:** Una sola Salud, enfoque de resiliencia y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios	
12:40 p.m. – 1:10 p.m.	**Ponencias cortas: SG 22** al **SG 24**	
1:10 p.m. – 1:20 p.m.	**Sesión:** Póster **SG 25** al **SG 36**	
1:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Debate y cierre del Taller**	

PROGRAMA CIENTÍFICO GENERAL

SÁBADO 6		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 11:30 a.m.	**Taller:** Bioestadística, bioinformática y econometría en los sistemas agropecuarios (BE)	**Salón Atenas**
9:05 a.m. – 9:25 a.m.	**Conferencia BE 1:** Estadística e Inteligencia Artificial. Dr. C. Verena Torres Cárdenas, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.	
9:25 a.m. – 9:30 a.m.	**Debate**	
9:30 a.m. – 10:20 a.m.	**Sesión:** Herramientas bioinformáticas en la transformación de los sistemas agropecuarios	
9:30 a.m. – 10:10 a.m.	**Ponencias cortas: BE 2** al **BE 5**	
10:10 a.m. – 10:20 a.m.	**Debate**	
10:20 a.m. – 11:30 a.m.	**Sesión:** Recopilación y análisis de datos para la solución de problemas en los sistemas agroalimentarios	
10:20 a.m. – 11:10 a.m.	**Ponencias cortas: BE 6** al **BE 10**	
11:10 a.m. – 11:20 a.m.	**Sesión:** Póster **BE 11** al **BE 16**	
11:20 a.m. – 11:30 a.m.	**Debate y cierre del Taller**	

DOMINGO 7		
Hora	**Programa**	**Lugar**
9:00 a.m. – 10:20 a.m.	**Panel:** Experiencias de Entidades de Ciencia y Tecnología en la formación y capacitación de los jóvenes del sector agropecuario	**Salón Internacional I**
9:00 a.m. – 9:30 a.m.	**Conferencia:** Jóvenes investigadores en el sector agropecuario cubano: formación, inserción científica y reconocimiento profesional. Dr. C. María Felicia Díaz Sánchez, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.	
9:30 a.m. – 10:00 a.m.	**Conferencia:** Participación de mujeres y jóvenes en la transformación de los sistemas alimentarios locales. Contribución de la EEPF Indio Hatuey. Dr. C. Saray Sánchez Cárdenas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.	
10:00 a.m. – 10:20 a.m.	**Debate y cierre del Panel**	
10:20 a.m. – 11:00 a.m.	**Clausura**	
11:00 a.m. – 1:30 p.m.	**Almuerzo**	**Buffet**
2:00 p.m.	**Salida del Hotel**	**Lobby**

TALLER: Medio ambiente, sostenibilidad energética, agroturismo y desarrollo territorial (MS)

Coordinadora: MSc. Saray Díaz Barrios, ICA

Comité científico: Dr. C. Oniel Suárez Zamora (EEPFIH)

MSc. Alfredo González Marrero, CEGED

VIERNES 5	SALÓN INTERNACIONAL 1
Hora	**Programa**
11:10 a.m. – 11:15 a.m.	**Apertura del Taller**
11:15 a.m. – 11:35 a.m.	**Conferencia MS 1:** Agroenergía enfocada a la economía circular, bajas emisiones, mitigación y adaptación al cambio climático para el desarrollo territorial. Dr. C. Jesús Suárez Hernández, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
11:35 a.m. – 11:40 a.m.	**Debate**
11:40 a.m. – 12:20 p.m.	**Sesión:** Bioenergía como alternativa para la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas agroalimentarios
11:40 a.m. – 11:50 a.m.	**Ponencia corta MS 2:** Síntesis de zeolita X a partir de ceniza de cáscara de arroz para producción de biodiesel. Dianet Camejo Rodríguez, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
11:50 a.m. – 12:00 p.m.	**Ponencia corta MS 3:** Efecto de la implementación de sistemas de riego fotovoltaicos en la producción agrícola en la Estación Experimental Indio Hatuey. Abel Hernández Herranz, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
12:00 p.m. – 12:10 p.m.	**Ponencia corta MS 4:** Obtención de TiO2 nanoestructurado a partir de titanio reciclado y su evaluación en fotoelectrodo en celdas fotoelectroquímicas. César Caballero Serrano, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
12:10 p.m. – 12:20 p.m.	**Debate**
12:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Sesión:** Género, Juventudes y desarrollo territorial
12:20 p.m. – 12:30 p.m.	**Ponencia corta MS 5:** Experiencia de trabajo sobre temas de género en el Proyecto IRES y la Universidad de Villa Clara. Melissa Cárdenas Toboso, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.
12:30 p.m. – 12:40 p.m.	**Ponencia corta MS 6:** Aportes de la mujer a la producción de alimentos en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Ediel Corzo Rodríguez, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
12:40 p.m. – 12:50 p.m.	**Ponencia corta MS 7:** Caso de estudio: Lácteos Rojas. Gabriela de la Caridad Rojas Utria, MPM LACTEOS ROJAS S.R.L, Cuba.
12:50 p.m. – 1:00 p.m.	**Ponencia corta MS 8:** Evaluación de la autosuficiencia alimentaria con enfoque de género en el municipio El Salvador. Guantánamo. Orlando Hernández Alfret, Universidad de Guantánamo (UG), Cuba.
1:00 p.m. – 1:10 p.m.	**Ponencia corta MS 9:** Comunicación para la resiliencia: estrategias audiovisuales en el proyecto IRES. Cristian Carlos Rojas Rosales, Proyecto IRES, Cuba.
1:10 p.m. – 1:20 p.m.	**Póster: MS 10** al **MS 17**
1:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Debate y cierre del Taller**

TALLER: Medio ambiente, sostenibilidad energética, agroturismo y desarrollo territorial (MS)

Sesión de Posters

MS 10: El empleo de biocombustibles en motores de combustión interna en función de una agricultura sostenible. Saray Díaz Barrios, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

MS 11: Producción de alimentos en Mayabeque: análisis y diagnóstico desde dos proyectos I+D+I con enfoque territorial. Alfredo González Marrero, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.

MS 12: Modelo de gestión transparente y auditable de donaciones para personas en condición de vulnerabilidad: caso Parroquia de Güines. Juan Carlos Estévez Díaz, TCP, Cuba

MS 13: Estudiantes de secundaria básica y su papel en la educación comunitaria para la transición agroecológica en Güines, Mayabeque, Cuba. Elianys Rodríguez Izquierdo, Estudiante de octavo grado, Centro Mixto Manuel Ascunce Domenech, Cuba.

MS 14: Plan de acción para la educación ambiental en Inglés en Secundaria básica para el ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres). Susel Marian Hernández Lemus, ESBU “Ignacio Agramonte y Loynaz”, Cuba.

MS 15: Diagnóstico de sostenibilidad bajo la metodología SAFA en sistemas de producción de aves, cerdos y conejos en Mayabeque. Yoleisy García Hernández, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

MS 16: Desarrollo de un producto turístico científico-rural para el Instituto de Ciencia Animal. Diana Gutiérrez Rodríguez, Facultad de turismo. Universidad de la Habana (UH). Cuba.

MS 17: Co-digestión anaerobia como alternativa para el funcionamiento del biodigestor de cúpula móvil del patio agroecológico La luz. Kiara Maibel Espinosa Rodríguez, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

TALLER: Sistemas agrícolas sostenibles, biodiversos y equitativos (SA)

Coordinador: MSc. Darian Samá Muñoz (UNAH)

Comité científico: MSc. Alejandro Mederos Ramírez (INCA)

Ing. Claudia Cecilia Ruiz Domínguez (INCA)

SÁBADO 6	SALÓN INTERNACIONAL 1
Hora	**Programa**
9:00 a.m. – 9:05 a.m.	**Apertura del Taller**
9:05 a.m. – 9:25 a.m.	**Conferencia SA 1:** Transformación de sistemas agrarios en sostenibles y ambientalmente responsables: actualización, experiencias y retos. Dr. C. Sandra Lok Mejías, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
9:25 a.m. – 9:30 a.m.	**Debate**
9:30 a.m. – 10:20 a.m.	**Sesión:** Bioproductos y bioinsumos como alternativa sostenible en la transición agroecológica de los sistemas agroalimentarios
9:30 a.m. – 9:40 a.m.	**Ponencia corta SA 2:** Evaluación de los bioproductos en el comportamiento productivo de la *Canavalia ensiformis* L. Ismaray Revueltas Oramas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
9:40 a.m. – 9:50 a.m.	**Ponencia corta SA 3:** La caliza fosfatada, mejorador del suelo y fuente de nutrientes para *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro. Yunior Pérez González, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.
9:50 a.m. – 10:00 a.m.	**Ponencia corta SA 4:** Influencia del QUITOSANO en la fase de aclimatización del cultivo *in vitro* de la piña. Nayelis González Ruiz, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.
10:00 a.m. – 10:10 a.m.	**Póster: SA 5** al **SA 15**
10:10 a.m. – 10:20 a.m.	**Debate**
10:20 a.m. – 11:10 a.m.	**Sesión:** Tecnologías y procedimientos para elevar la eficiencia de los sistemas agrícolas
10:20 a.m. – 10:30 a.m.	**Ponencia corta SA 16:** Análisis de grupos de interés en la cadena de valor del azúcar crudo mediante el método MACTOR. Yasniel Sánchez Suárez, Universidad de Matanzas (UM), Cuba.
10:30 a.m. – 10:40 a.m.	**Ponencia corta SA 17:** Mejora continua del rendimiento agrícola con el empleo de nanopartículas. Landy José Mora Pons, Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Cuba.
10:40 a.m. – 10:50 a.m.	**Ponencia corta SA 18:** Coadyuvantes nacionales con impacto en la agroindustria azucarera. Sara Mendoza Ferrer, Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Cuba.
10:50 a.m. – 11:00 a.m.	**Póster: SA 19** al **SA 30**
11:00 a.m. – 11:10 a.m.	**Debate y cierre del Taller**

TALLER: Sistemas agrícolas sostenibles, biodiversos y equitativos (SA)

Sesión de Posters

SA 5: Influencia de bioproductos sobre la entomofauna nociva asociada a *Phaseolus vulgaris* L. y su productividad. Isiel Fiallo Pérez, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.

SA 6: Efecto de los bioproductos IHPLUS® BF y Caldo Sulfocálcico sobre la germinación de semillas y vigor de plántulas de arroz (*Oryza sativa* var. Perla L.). Dayara Domínguez Ortega, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 7: Efecto biológico del lactofermento de hojarasca forestal en *Crotalaria juncea* L. Yania Susnay Oropesa Scull, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 8: Diagnóstico molecular de OGM en maíz y soya: competencia técnica para la protección de biodiversidad agrícola e inocuidad en Cuba. Maylín Pupo-Arias, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SA 9: Aplicación de bioproductos en la aclimatización de plátano 'INIVIT PB-2012'. Sadi Trujillo Machado, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba.

SA 10: Efecto del bioestimulante VIUSID® Agro sobre parámetros morfofisiológicos y la inducción de callos embriogénicos en yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Adrian Rubio Cabrera, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba.

SA 11: Competencia inter-específica entre *Megalurothrips usitatus* (Bagnal) y el complejo de Tisanópteros presentes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Mayabeque. Lizandra Guerra Arzuaga, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SA 12: Mejoramiento de la germinación en semillas envejecidas de *Leucaena leucocephala* L. mediante escarificación. Pedro Luis Mayoz Vega, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 13: Identificación de un potencial inhibidor a partir de un extracto vegetal para la Cruzipaína. Emely Rodríguez Hernández, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SA 14: Inoculación de semillas con el IHPLUS® BF en diferentes variedades de *Morus alba* L. en la germinación. Dayana Lascaiba Espinosa, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 15: Producción de bioinsumos a base de microorganismos autóctonos beneficiosos en Cuba. Leidy Laura Pentón Arias, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 19: Sostenibilidad de la agroindustria azucarera cubana: un proyecto enfocado en la gestión integrada de sus cadenas de valor. Darian Samá Muñoz, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.

SA 20: Evaluación de la densidad nutricional de cultivos locales en Cuba: una estrategia sostenible para la prevención de enfermedades metabólicas. Cynthia López García, Centro Psicopedagógico de Güines, Cuba.

TALLER: Sistemas agrícolas sostenibles, biodiversos y equitativos (SA)

Sesión de Posters (Continuación)

SA 21: Factores limitantes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, que afectan negativamente la producción agrícola. Liliet Herrera Pérez, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 22: Fortalecimiento de la producción de girasol, maní y ajonjolí: contribución local de alimentos humano y animal. Yuvan Contino-Esquijerosa, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SA 23: Selección de accesiones de tomate tolerantes al estrés hídrico basado en pruebas de eflujo de iones. Claudia Cecilia Ruiz Domínguez, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

SA 24: Estimación de rendimiento del maíz P-7928 con ECOMIC® mediante el modelo DSSAT. Lesther David González Rodríguez, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

SA 25: Análisis bromatológico a semillas de variedades y cultivares mutantes de soya (*Glycine max* L. Merrill). Daniela Velazquez Paez, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

SA 26: Diagnóstico de caracteres reproductivos en cultivares de papa. Isneidy Velazquez Deulofeu, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

SA 27: Efecto estimulante termoterapéutico sobre semillas de soya para su uso en siembras de invierno. Alejandro Mederos Ramírez, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

SA 28: Importancia de la influencia de las variables meteorológicas en el proceso de secado. Laisury Díaz Mora, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SA 29: Hongos y enzimas: herramientas claves en sistemas agropecuarios sostenibles. Maryen Alberto Vázquez, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SA 30: Desarrollo de cultivos más eficientes con el empleo de nanopartículas de carbono. Claudia Herrera Diago, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

TALLER: Sistemas de producción ganaderos resilientes (SG)

Coordinadora: MSc. Susan Kelly Hernández Lemus (ICA)

Comité científico: Dr. C. Elianne Piloto Sardiñas (CENSA)

MSc. Andrés Raúl Hernández Montesinos (ICA)

MSc. Yoelvys Londres Silot (ICA)

DMVZ. Leonel Aguiar Caballero (ICA)

DMV. Gabriela Pérez Hernández (EEPFIH)

SÁBADO 6	SALÓN INTERNACIONAL 1
Hora	**Programa**
11:10 a.m. – 11:15 a.m.	**Apertura del Taller**
11:15 a.m. – 11:35 a.m.	**Conferencia SG 1:** Sistemas silvopastoriles: Una solución basada en la naturaleza para mejorar la resiliencia de la producción ganadera. Dr. C. Julián David Chará, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Colombia.
11:35 a.m. – 11:40 a.m.	**Debate**
11:40 a.m. – 12:40 p.m.	**Sesión:** Experiencias de productores en proyectos de fomento forestal y de transición agroecológica en sistemas ganaderos
11:40 a.m. – 11:50 a.m.	**Ponencia corta SG 2:** Acompañamiento técnico a la transición agroecológica y energética en fincas ganaderas diversificadas. Dayleni Fortes González, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
11:50 a.m. – 12:00 p.m.	**Ponencia corta SG 3:** Evaluación de los resultados en la implementación del proyecto IRES en la CPA 21 de Septiembre en el municipio Corralillo. Eduardo Javier Díaz Mendoza, CPA 21 de Septiembre, Proyecto IRES, Cuba.
12:00 p.m. – 12:10 p.m.	**Ponencia corta SG 4:** Tecnologías geoespaciales en la planificación agroforestal. Experiencia de la empresa Villa Clara y proyecto IRES. Osvaldo Lupupo Carderin, Empresa Agroforestal Villa Clara, Proyecto IRES, Cuba.
12:10 p.m. – 12:20 p.m.	**Ponencia corta SG 5:** Que es el FONADEF y como emplear sus fondos para el desarrollo de la ganadería cubana. Idania Padilla Cantillo. Departamento del Servicio Estatal Forestal. Delegación provincial de la Agricultura, Mayabeque, Cuba.
12:20 p.m. – 12:30 p.m.	**Póster: SG 6** al **SG 21**
12:30 p.m. – 12:40 p.m.	**Debate**
12:40 p.m. – 1:30 p.m.	**Sesión:** Una sola Salud, enfoque de resiliencia y sostenibilidad de los sistemas agropecuarios
12:40 p.m. – 12:50 p.m.	**Ponencia corta SG 22:** Colonización de SARM y Ec-R-C3G en equinos de la UEB Escaleras de Jaruco. Melissa González Cantillo, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.
12:50 p.m. – 1:00 p.m.	**Ponencia corta SG 23:** Evaluación de la salud parasitológica en cerdas de la UEB “Cría Agüica” para la producción de SURFACEN®. Ysmel Alejandro Linares-González, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
1:00 p.m. – 1:10 p.m.	**Ponencia corta SG 24:** Caracterización molecular del virus de la lengua azul en la región occidental de Cuba. Maray Curiel Hernández, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.
1:10 p.m. – 1:20 p.m.	**Póster: SG 25** al **SG 36**
1:20 p.m. – 1:30 p.m.	**Debate y cierre del Taller**

TALLER: Sistemas de producción ganaderos resilientes (SG)

Sesión de Posters:

SG 6: Transformación de residuos agrícolas para mejorar la eficiencia de la producción porcina en finca familiar biodiversificada. Meliza Orta Ruíz, Finca Ayala, CCS Porfirio Álvarez, Cuba.

SG 7: Respuesta productiva de posturas de *Gliricidia sepium* obtenidas por semillas en condiciones de vivero. Claudia Puga Bolívar, UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey, Cuba.

SG 8: Apuntes para el análisis de la colecta, secado y caracterización nutricional de muestras en la dieta del cerdo bellotero en bosques de Pino-Encino en Pinar del Río, Cuba. Erislandy J. Becerra Fonseca, Universidad de Pinar del Río, Cuba.

SG 9: Ganadería 4.0: Perspectivas de su implementación. Denise Rodríguez García, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 10: Evaluación genética de búfalas para producción lechera en la región occidental de Cuba. Leonel Aguiar Caballero, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 11: Comportamiento reproductivo de vacas de primer parto en la vaquería Genético 4. Yaisel Rodríguez González, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 12: Indicadores de resiliencia y factores que afectan la producción ganadera en dos fincas agroecológicas del municipio Martí, Matanzas, Cuba. Gabriela Pérez-Hernández, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

SG 13: Evaluación de los medios basales MS, B5 y Vitrocen® MS suplementados con 2.4 D en la callogénesis de *Cenchrus purpureus* CT-608. Lianys González Salguero, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.

SG 14: Evaluación de diferentes concentraciones de 2.4-D en la inducción de callos en *Cenchrus purpureus* CT-608. Maibys Pérez Pérez, Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.

SG 15: Determinación del efecto de las irradiaciones con ^{60}Co en la brotación de semillas agámicas de *Cenchrus purpureus* CT-608. Andrés Raúl Hernández Montesinos, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 16: Factores e impactos de los indicadores productivos del integral porcino en el Instituto de Ciencia Animal (ICA). Yoelvys Londres Silot, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 17: Exploración del sistema ganadero en Petit-Hapont, Leogane, Haití. Makenson Lemaille, Universidad de Fondwa (UNIF), Haití.

SG 18: Características de la producción animal en Nan Micho, sección comunal de Fondwa, Haití. Redando Deas, Universidad de Fondwa (UNIF), Haití.

SG 19: Tipo de producción animal por especies en Tombe Gâteau, Fondwa, Léogâne, Haití. Istache Santiana, Universidad de Fondwa (UNIF), Haití.

SG 20: Economía circular como base fundamental de la producción porcina sostenible en finca familiar diversificada. Claudia Torres Cruz, Empresa Cárnica de Mayabeque, Cuba.

TALLER: Sistemas de producción ganaderos resilientes (SG)

Sesión de Posters (Continuación)

SG 21: Proyecto IRES una alternativa ante el cambio climático. Carlos Alberto Díaz Maza, Grupo Agroforestal, Proyecto IRES, Cuba.

SG 25: Desarrollo de un ensayo de nPCR para la detección de *Anaplasma marginale.* Mariela Rodríguez Prieto, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SG 26: Ensayo de RT-PCR en tiempo real basado en SYBR GREEN I para la detección de coronavirus bovino. Melisa Ruiz Mir, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SG 27: Desarrollo de un ensayo de amplificación isotérmica mediada por asa (LAMP) para la detección de *Anaplasma marginale.* Thalia Rodríguez Díaz, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SG 28: Producción y salud animal en la sección comunal Lavannaeu, localidad Bejamin, departamento de Sud-Est, Haití. Frédérique Casimir, Universidad de Fondwa (UNIF), Haití.

SG 29: Estudio de estabilidad y conservación de un cultivo de *Pichia guilliermondii* Levica-27 para su uso como aditivo zootécnico. Daniela Sanabria Rodríguez, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 30: Determinación de la estabilidad de un probiótico seco y su mezcla con concentrado para la producción animal. Lilianis Pérez Ortega, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 31: Efecto del producto natural Curcuvet (*Curcuma Longa*) en la cura de ombligo de crías ovinas. Alejandro Albelo González, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 32: Comparación de la composición química de tortas de *Plukenetia volubilis* L. de Cuba y América Latina. Susan Kelly Hernández Lemus, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 33: Evaluación del efecto de tratamientos químicos en la composición fitoquímica de tortas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). Hilda Herrera Galindo, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 34: Uso del aditivo VZ/EMF en la alimentación de terneros. Dainelis Casanova Rivera, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

SG 35: Dinámica de infecciones por patógenos transmitidos por garrapatas en bovinos y *Rhipicephalus microplus*. Elianne Piloto-Sardiñas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

SG 36: Cultivo en planta piloto de *Pichia guilliermondii* Levica-27 para su uso como aditivo zootécnico. Yaneisy García Hernández, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

TALLER: Bioestadística, bioinformática y econometría en los sistemas agropecuarios (BE)

Coordinadora: MSc. Yolaine Medina Mesa (ICA)

Comité científico: MSc. Mildrey Torres Martínez (ICA)

MSc. Yaneilys García Avila (ICA)

SÁBADO 6	SALÓN ATENAS
Hora	**Programa**
9:00 a.m. – 9:05 a.m.	**Apertura del Taller**
9:05 a.m. – 9:25 a.m.	**Conferencia BE 1:** Estadística e Inteligencia Artificial. Dr. C. Verena Torres Cárdenas, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
9:25 a.m. – 9:30 a.m.	**Debate**
9:30 a.m. – 10:20 a.m.	**Sesión:** Herramientas bioinformáticas en la transformación de los sistemas agropecuarios
9:30 a.m. – 9:40 a.m.	**BE 2:** Nanotecnologías aplicadas a la agricultura: una revolución tecnológica. Leira Liz Rodríguez Betancourt, Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA), Cuba.
9:40 a.m. – 9:50 a.m.	**BE 3:** Diseño de un andamio molecular de fibroína como vehículo de nanopartículas de plata biogénicas para combatir la resistencia antimicrobiana. Adrian González Travieso, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.
9:50 a.m. – 10:00 a.m.	**BE 4:** Fortalecimiento de la conservación agrícola: SOFTBAG: una plataforma digital para la gestión de germoplasma de raíces, rizomas y tubérculos en el INIVIT, Cuba. Yaselis Guillén López, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba.
10:00 a.m. – 10:10 a.m.	**BE 5:** Gestión eficiente del consumo de combustible en la maquinaria agrícola a través de las tecnologías informáticas. Dayron Tortoló-Betancourt, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
10:10 a.m. – 10:20 a.m.	**Debate**
10:20 a.m. – 11:30 a.m.	**Sesión:** Recopilación y análisis de datos para la solución de problemas en los sistemas agroalimentarios
10:20 a.m. – 10:30 a.m.	**BE 6:** Actualización de la infraestructura de datos espaciales del proyecto IRES. Roberto Cruz Morejon, Grupo Agroforestal, Proyecto IRES, Cuba.
10:30 a.m. – 10:40 a.m.	**BE 7:** Percepción climática y producción lechera en el Carchi: impactos y respuestas locales. Guillermo Fausto Montenegro-Arellano, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador.
10:40 a.m. – 10:50 a.m.	**BE 8:** Técnicas de inteligencia artificial en el sector agropecuario cubano: retos y perspectivas, Yaneilys García Ávila, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
10:50 a.m. – 11:00 a.m.	**BE 9:** Elaboración de los profesiogramas para el personal de I+D+I en la Estación Experimental Indio Hatuey. Sheyla Cabrera García, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
11:00 a.m. – 11:10 a.m.	**BE 10:** Modelo estratégico integral en el área de salud ocupacional con énfasis en la gestión del conocimiento. Nathalí Hernández Batista, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.
11:10 a.m. – 11:20 a.m.	**Póster: BE 11** al **BE 16**
11:20 a.m. – 11:30 a.m.	**Debate y cierre del Taller**

TALLER: Bioestadística, bioinformática y econometría en los sistemas agropecuarios (BE)

Sesión de Posters:

BE 11: Identificación de áreas clave de vigilancia tecnológica en centros científicos: aplicación en la Estación Experimental Indio Hatuey. Oniel Suárez Zamora, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

BE 12: Utilización en los jóvenes agropecuarios de las redes científicas y académicas del Instituto de Ciencia Animal. Adianet Jiménez Cecilio, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

BE 13: Implementación de herramientas de inteligencia artificial para la optimización de la gestión informática en el Instituto de Ciencia Animal. Lázaro Dominguez Fernández, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

BE 14: Análisis Bibliométrico y redes de co-ocurrencia de investigaciones publicadas sobre la *Morus alba, Moringa oleífera* y *Tithonia diversifolia.* Mildrey Torres Martínez, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

BE 15: Sistema de análisis de datos y trazas del servidor de correo MDaemon en la Empresa de Servicios Informáticos Especializados (GET). Melissa Fernández González, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

BE 16: Modelación estadístico matemática de la dinámica de crecimiento de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia.* Yolaine Medina Mesa, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.



INTERJOVEN

SECCIÓN

SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

CIENCIA E INNOVACIÓN Y MEDIO AMBIENTE









LOS MODELOS DE GESTIÓN DEL SISTEMA DE CIENCIA E INNOVACIÓN EN EL NUEVO CONTEXTO DE LA AGRICULTURA CUBANA

MANAGEMENT MODELS OF THE SCIENCE AND INNOVATION SYSTEM IN THE NEW CONTEXT OF CUBAN AGRICULTURE

Telce Abdel González Morera[1], Michel Chon García[2], Alexander Miranda Caballero[3]

[1]*Viceministro, Ministerio de la Agricultura, Cuba.*

[2]*Jefe Departamento Ciencia e Innovación, Dirección de Ciencia, Innovación y Extensión Agraria, Cuba.*

[3]*Director de Ciencia, Innovación y Extensión Agraria, Ministerio de la Agricultura, Cuba.*

**Autor para correspondencia: dceit@oc.minag.gob.cu*

RESUMEN

En el nuevo contexto de la agricultura cubana, los sistemas de innovación han evolucionado hacia enfoques más flexibles y participativos, alejándose del modelo de transferencia tecnológica lineal. A nivel mundial, estos sistemas se orientan cada vez más a contextos regionales y locales, enfatizando las interacciones entre actores sociales y el papel del aprendizaje en la gestión del conocimiento. El sector agropecuario cubano presenta múltiples modelos, sistemas y procedimientos para implementar la gestión de tecnología e innovación, caracterizados por una diversidad de enfoques y rubros productivos que contribuyen a la diversidad de criterios en esta temática.

Palabras clave: agricultura, innovación, modelos

ABSTRACT

In the new context of Cuban agriculture, innovation systems have evolved toward more flexible and participatory approaches, moving away from the linear technology transfer model. Globally, these systems are increasingly oriented toward regional and local contexts, emphasizing interactions among social actors and the role of learning in knowledge management. The Cuban agricultural sector presents multiple models, systems, and procedures for implementing technology and innovation management, characterized by a diversity of approaches and productive sectors that contribute to the diversity of criteria on this subject.

Key words: agriculture, innovation, models

POLÍTICA AMBIENTAL CUBANA: ARTICULACIONES CLAVE PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

CUBAN ENVIRONMENTAL POLICY: KEY LINKAGES FOR FOOD SECURITY AND FOOD SOVEREIGNTY

Odalys C. Goicochea Cardoso, Jessica Fernández Casanas, Isabel Russo Milhet, Daimar Cánovas González

CITMA, *Cuba.*

**Autor para correspondencia: odalysgc1974@gmail.com*

RESUMEN

La actualización de la política ambiental cubana fortalece la seguridad y soberanía alimentaria en un contexto de cambio climático y degradación ambiental. El trabajo analiza las articulaciones entre la política ambiental y el desarrollo agroalimentario en Cuba, tomando como referencia la Ley No. 150/2022 del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente y los principales marcos estratégicos nacionales. Se destaca el enfoque ecosistémico e integral de la gestión ambiental, orientado al uso sostenible de los recursos naturales, la conservación de la biodiversidad y la resiliencia climática. Asimismo, se examina la coherencia entre la política ambiental, el desarrollo sostenible y Tarea Vida, identificando oportunidades para fortalecer la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y la gobernanza ambiental.

Palabras clave: medio ambiente, políticas públicas, cambio climático, sistemas alimentarios

ABSTRACT

The updating of cuban environmental policy strengthens food security and food sovereignty in a context of climate change and environmental degradation. This paper analyzes the linkages between environmental policy and agri-food development in Cuba, taking as reference Law No. 150/2022 “System of Natural Resources and the Environment”, as well as the main national strategic frameworks. It highlights the ecosystem-based and integrated approach to environmental management, aimed at the sustainable use of natural resources, biodiversity conservation, and climate resilience. Likewise, the paper examines the coherence between environmental policy, sustainable development and Tarea Vida (State Plan for Combating Climate Change), identifying opportunities to strengthen the sustainability of food systems and environmental governance.

Key words: environment, public policies, climate change, food systems

INTERJOVEN

MERCADOS DE CARBONO COMO INSTRUMENTO DE FINANCIAMIENTO CLIMÁTICO PARA DESARROLLO SOSTENIBLE EN CUBA

CARBON MARKETS AS AN INSTRUMENT FOR CLIMATE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT FINANCING IN CUBA

Jorge Alejandro González Quintana

Unidad Técnica para el Mercado de Carbono en Cuba (UMECC), Cuba.

Autor para correspondencia: aleqglez@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo examina los aspectos esenciales de los mercados de carbono a nivel global bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París y evalúa el potencial estratégico de Cuba para insertarse en estos mecanismos de financiamiento climático. A partir de un análisis documental del nuevo marco habilitador nacional, liderado por la Resolución 106/2025 del CITMA y la creación de la Unidad Técnica para el Mercado de Carbono (UMECC), se identifican las oportunidades de mitigación en cuatro sectores clave: energía (fuentes renovables y eficiencia), transporte (movilidad urbana sostenible y electrificación), gestión de desechos y carbono azul en ecosistemas costeros. Asimismo, se discuten las principales brechas estructurales que limitan el pleno desarrollo de estos proyectos en el país, tales como la ausencia de mecanismos financieros dinámicos y la insuficiencia en las capacidades técnicas y tecnológicas para el monitoreo, reporte y verificación (MRV). Los resultados indican que, a pesar de estas limitaciones, Cuba cuenta con una sólida voluntad política expresada en el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES 2030) y la Tarea de Vida y con un altísimo potencial de remoción de carbono. Se concluye que los mercados de carbono representan un instrumento financiero de alta integridad y una oportunidad estratégica para catalizar la transición hacia un desarrollo sostenible de bajas emisiones, superando las brechas técnicas en el corto plazo mediante la cooperación internacional y la creación de capacidades endógenas.

Palabras clave: Mercados de carbono, Artículo 6, Financiamiento climático, Desarrollo sostenible, Cuba.

ABSTRACT

This paper examines the essential aspects of global carbon markets under Article 6 of the Paris Agreement and evaluates Cuba's strategic potential for integration into these climate financing mechanisms. Based on a documentary analysis of the new national enabling framework, led by CITMA Resolution 106/2025 and the creation of the Carbon Market Technical Unit (UMECC), mitigation opportunities are identified in four key sectors: energy (renewable sources and efficiency), transport (sustainable urban mobility and electrification), waste management, and blue carbon in coastal ecosystems. Likewise, the main structural gaps limiting the full

development of these projects in the country are discussed, such as the absence of dynamic financial mechanisms and insufficient technical and technological capacities for measurement, reporting, and verification (MRV). The results indicate that, despite these limitations, Cuba possesses a sizeable carbon removal potential. It is concluded that carbon markets represent a high-integrity financial instrument and a strategic opportunity to catalyze the transition towards low-emission sustainable development, overcoming technical gaps in the short term through international cooperation and endogenous capacity building.

Key words: Carbon markets, Article 6, Climate finance, Sustainable development, Cuba

INTRODUCCIÓN

La crisis climática global exige una movilización sin precedentes de recursos financieros y tecnológicos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y transitar hacia economías bajas en carbono. En este escenario, el Acuerdo de París (2015) redefinió la gobernanza climática internacional mediante su Artículo 6, el cual introduce mecanismos de mercado y de no mercado diseñados para permitir a las Partes aumentar la ambición de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) a través de la cooperación voluntaria (IPCC, 2022). Los mercados de carbono, basados en la compraventa de unidades de reducción o remoción de emisiones (créditos de carbono, donde cada unidad equivale a una tonelada de equivalente), se han consolidado como un componente esencial de la arquitectura financiera climática internacional, abarcando tanto los mercados regulados bajo la supervisión de las Naciones Unidas como los mercados voluntarios impulsados por metas corporativas de neutralidad.

Cuba, como Estado insular en desarrollo, presenta una elevada vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, manifestados en el aumento del nivel del mar, sequías prolongadas y fenómenos meteorológicos extremos. Frente a este desafío, la nación ha demostrado una firme voluntad política articulada a través del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030 (PNDES 2030), el Plan del Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea de Vida) (República de Cuba, 2020) y la actualización de sus compromisos en la NDC 3.0 (República de Cuba, 2024). No obstante, la implementación efectiva de los proyectos de mitigación concebidos en estas estrategias requiere de flujos financieros externos que complementen los limitados recursos presupuestarios del país, siendo los mercados de carbono una alternativa financiera no generadora de deuda soberana. A los desafíos climáticos que Cuba enfrenta se suman aquellos vinculados a las deformaciones estructurales de su economía y a la severas restricciones comerciales y financieras que ha sufrido durante décadas. La posibilidad de emplear los mecanismos del mercado de carbono para impulsar la transición energética o la descarbonización del transporte los convierte no solo en un instrumento de financiamiento climático sino también en un catalizador de modelos de desarrollo sostenible.

Sin embargo, la inserción de Cuba en estos mercados internacionales plantea un problema complejo de gestión regulatoria y operativa. A pesar de la reciente aprobación de normativas nacionales avanzadas, el país enfrenta significativas barreras financieras, metodológicas y tecnológicas. La falta de esquemas de pre-financiamiento dinámicos, los obstáculos para las transacciones financieras y la insuficiencia de infraestructura técnica para el monitoreo, reporte y verificación (MRV) riguroso representan cuellos de botella que limitan la velocidad y la escala

con la que Cuba puede capitalizar estas oportunidades globales sin comprometer el cumplimiento de sus propias metas de mitigación nacionales (García Moya, 2026).

Objetivo: Evaluar las oportunidades estratégicas de Cuba para su inserción en los mercados internacionales de carbono a partir del análisis de los sectores clave (energía, transporte, desechos y carbono azul) y la identificación de las principales brechas técnicas, tecnológicas y financieras, con el propósito de fundamentar el rol de estos mecanismos como instrumentos efectivos de financiamiento climático y para el desarrollo sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de esta investigación se empleó un diseño metodológico cualitativo, analítico y descriptivo. En la primera etapa, se realizó un análisis documental exhaustivo de las directrices internacionales que rigen el Artículo 6 del Acuerdo de París (mecanismos del art.6.2 de enfoques cooperativos y del art. 6.4 del Mecanismo de Acreditación de París) , así como del marco legal establecido en Cuba a través de la Resolución 106/2025 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), titulada "Reglamento para las actividades del Mercado de Carbono", y las funciones de la Unidad Técnica para el Mercado de Carbono (UMECC) (UNFCCC, 2024) (CITMA, 2025).

En la segunda etapa, se aplicó un marco de evaluación para priorizar las potencialidades de mitigación en los sectores seleccionados por su alta relevancia estratégica nacional: energía, transporte, desechos y carbono azul. Los criterios analizados incluyeron el tipo de reducción de emisiones (evitación de GEI o captura de carbono), el nivel de alineación con las políticas nacionales y la viabilidad metodológica para el establecimiento de líneas base.

Finalmente, se realizó un análisis de brechas estructurales, comparando las capacidades nacionales actuales en materia financiera, técnica y tecnológica con los estándares de alta integridad exigidos por los mercados regulados y voluntarios a nivel internacional, sirviendo de base para formular las conclusiones del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mercados internacionales de carbono operan bajo dos modalidades principales: el mercado regulado (o de cumplimiento) y el mercado voluntario de carbono (MVC). Bajo el Acuerdo de París, el Artículo 6 establece las reglas del juego para la cooperación internacional basado en mecanismos de mercado. El Artículo 6.2 permite enfoques cooperativos bilaterales mediante el uso de Resultados de Mitigación Transferidos Internacionalmente (ITMOs), permitiendo a un país transferir sus reducciones a otro para el cumplimiento de su NDC. Por su parte, el Artículo 6.4 establece un mecanismo crediticio global y centralizado, gestionado directamente por la CMNUCC, mientras que el Artículo 6.8 se enfoca en cooperaciones no basadas en el mercado (transferencia tecnológica). El principio rector que sostiene la integridad de estos nuevos mercados es la prevención de la doble contabilidad mediante la aplicación obligatoria de "Ajustes Correspondientes" (Corresponding Adjustments), lo que exige que los países anfitriones sean sumamente cautelosos para evitar la "sobreventa" de créditos de bajo costo.

La inserción de Cuba en los mercados de carbono representa una oportunidad histórica. Siguiendo las directrices del Consejo de Ministros emitidas en febrero de 2025, la nación aprobó formalmente el inicio de su participación en estos mecanismos internacionales como una vía prioritaria para captar financiamiento climático externo. La promulgación de la Resolución 106/2025 del CITMA dotó al país de un marco regulatorio nacional robusto, designando a la Dirección General de Medio Ambiente (DGMA) como la Autoridad Nacional Designada (AND) y creando la UMECC como órgano técnico ejecutor (CITMA, 2025). La gran fortaleza del modelo cubano radica en su enfoque de alta integridad ambiental y soberanía estatal, definiendo un modelo centralizado de propiedad estatal sobre los derechos de reducción de emisiones, lo que evita la sobreventa de activos y posiciona al país como un oferente de créditos de "alta integridad" con fuertes salvaguardas ambientales y co-beneficios sociales.

Sectores con Mayores Oportunidades en Cuba

A través del sistema multisectorial coordinado por la UMECC, se han priorizado cuatro sectores principales:

1. *Energía:* Este sector es el principal emisor debido a la dependencia de combustibles fósiles. Las oportunidades se centran en el despliegue de Fuentes Renovables de Energía (FRE)—como parques solares fotovoltaicos, energía eólica y bioeléctricas a pequeña y gran escala, con un enfoque de reducción de expansión de la oferta y contracción de la demanda- y en programas de eficiencia energética industrial, los cuales cuentan con metodologías internacionales de línea base sumamente maduras y aceptadas.
2. *Transporte:* En línea con el Programa de Movilidad Urbana Sostenible de La Habana, el transporte público de la capital que representa un sector de alta visibilidad. La estrategia contempla proyectos específicos de electrificación, introducción de triciclos eléctricos y fomento de la movilidad activa, combinando un elevado potencial de mitigación con un alto atractivo para inversionistas internacionales (MITRANS, 2025).
3. *Desechos y Residuos:* Ofrece un nicho altamente rentable debido a que su principal GEI mitigado es el metano (), con un potencial de calentamiento superior al . Los proyectos incluyen la captura y aprovechamiento energético del biogás en vertederos controlados (como Calle 100) y el reciclaje a gran escala.
4. *Carbono Azul (Blue Carbon):* Consiste en la captura de en ecosistemas marinos y costeros (manglares y pastos marinos) (Verra, 2025). Cuba posee la mayor extensión de manglares del Caribe insular. Bajo la Tarea de Vida, las actividades de reforestación y conservación costera remueven grandes volúmenes de carbono con tasas de secuestro excepcionales, proveyendo co-beneficios críticos de adaptación contra la erosión costera e intrusión salina.

Tabla 1. Resumen de sectores clave, tipos de mitigación y contribución a la política climática cubana

Sector Estratégico	Tipo de Actividad de Mitigación	Contribución a la NDC y Políticas Nacionales
Energía	Despliegue de fuentes renovables (solar, eólica) y eficiencia.	Reducción del uso de fósiles, apoyo a la soberanía energética.
Transporte	Electrificación de transporte y movilidad activa.	Reducción de intensidad de carbono urbana (PMUS).
Desechos	Captura de biogás en vertederos y reciclaje.	Mitigación de contaminantes de vida corta, saneamiento.
Carbono Azul	Conservación, restauración y reforestación de manglares.	Aumento de sumideros nacionales vinculados a la Tarea de Vida.

Fuente: Elaboración propia

Principales Limitantes o Brechas para Cuba

El análisis arrojó dos limitaciones fundamentales que restringen el despliegue ágil de los proyectos de carbono:

1. *Ausencia de mecanismos financieros dinámicos:* El ciclo de vida de un proyecto de carbono exige un financiamiento inicial sustancial para las fases de diseño, validación y registro antes de emitir el primer crédito. Cuba carece de fondos de carbono nacionales en divisas para prefinanciar estas fases técnicas. Adicionalmente, las severas restricciones impuestas por el bloqueo económico de los EE.UU. limitan los canales bancarios internacionales, dificultando la recepción directa de flujos monetarios e incrementando el riesgo percibido por los inversionistas debido a sobrecostos transaccionales.
2. *Capacidades tecnológicas y técnicas insuficientes:* Los mercados del Artículo 6 exigen una precisión metodológica extrema en los sistemas MRV. Cuba enfrenta escasez de equipamiento avanzado (sensores de flujo, analizadores de gases en tiempo real) indispensables para recopilar datos de campo con calidad de auditoría. Asimismo, existe una brecha técnica referida a la disponibilidad de personal local capacitado en el dominio de las complejas metodologías de la CMNUCC, demostración de adicionalidad y líneas base dinámicas, lo que prolonga los tiempos de formulación de proyectos.

CONCLUSIONES

El análisis desarrollado demuestra que los mercados de carbono representan un instrumento financiero de alta integridad y una oportunidad estratégica ineludible para la República de Cuba. A pesar de las brechas financieras y tecnológicas identificadas en el ámbito nacional—centradas en las limitaciones financieras y en la insuficiencia de capacidades técnicas— estas limitaciones son plenamente superables en el corto plazo mediante el fortalecimiento del marco institucional de la UMECC, el diseño de alianzas estratégicas internacionales y la captación de fondos de asistencia técnica multilateral de las Naciones Unidas. Al amparo de la Resolución 106/2025 del

CITMA , Cuba ha consolidado un marco normativo soberano que protege su NDC y evita la sobreventa de activos, incrementando la integridad de los créditos y asegurando que cada proyecto implementado aporte activamente a la transición energética, la resiliencia costera a través de la Tarea de Vida y el saneamiento urbano. Por consiguiente, se concluye de forma categórica que los mercados de carbono, lejos de ser un mero mecanismo comercial, constituyen un potente instrumento de financiamiento climático no generador de deuda externa y un motor catalizador indispensable para el desarrollo sostenible, la soberanía tecnológica y el bienestar socioeconómico de la nación cubana.

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo de París, 2015. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). COP21. París, Francia.

CITMA, 2025. Resolución 106/2025: Reglamento para las actividades del Mercado de Carbono en la República de Cuba. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Gaceta Oficial. La Habana, Cuba.

García Moya, A., 2026. *Mercado de Carbono en Cuba: Elementos generales, estado actual y proyecciones en el sector transporte*. Presentación técnica de la Unidad Técnica para el Mercado de Carbono (UMECC), AENTA, CITMA. La Habana, Cuba.

IPCC, 2022. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

MITRANS, 2025. Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) de La Habana: Proyecciones estratégicas y escenarios alternativos de bajas emisiones. Ministerio de Transporte de Cuba. La Habana, Cuba.

República de Cuba, 2020. Plan del Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático: Tarea de Vida. Consejo de Ministros de la República de Cuba. La Habana, Cuba.

República de Cuba, 2024. Tercera Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC 3.0) bajo el Acuerdo de París. Informe Nacional a la CMNUCC. La Habana, Cuba.

UNFCCC, 2024. Guidance on Cooperative Approaches Referred to in Article 6, Paragraph 2, of the Paris Agreement. Bonn: United Nations Climate Change Secretariat.

Verra, 2025. Verified Carbon Standard (VCS): Methodology for Blue Carbon and Renewable Energy Projects in Developing Countries. Washington D.C., USA.



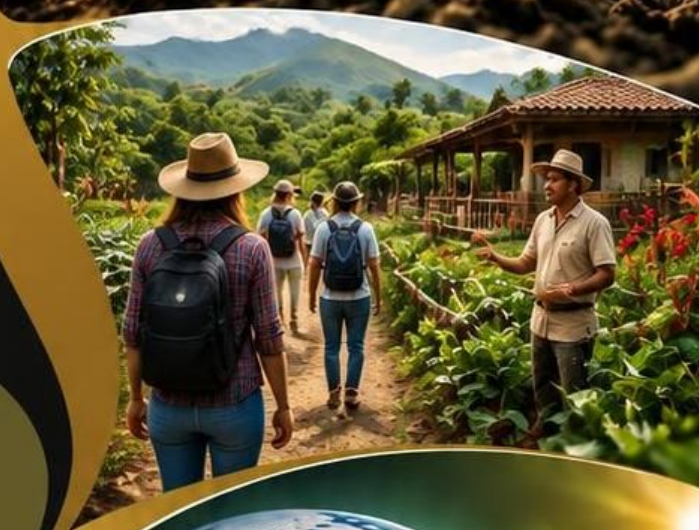
INTERJOVEN

SECCIÓN

MEDIO AMBIENTE, SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA, AGROTURISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL









AGROENERGÍA ENFOCADA A LA ECONOMÍA CIRCULAR, BAJAS EMISIONES Y MITIGACIÖN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL DESARROLLO TERRITORIAL

AGROENERGY FOCUSED TO CITCULAR ECONOMY, EMMISSIONS LOW, AND CLIMATE CHANGE MITIGATION AND ADAPTATION FOR THE TERRITORIAL DEVELOPMENT

Jesús Suárez Hernández*, Luis Cepero Casas, Oniel Suárez Zamora, Giraldo Martín Martín

Estación Experimental Indio Hatuey (EEIH), Universidad de Matanzas, Cuba.

Autor para correspondencia: chuchybioenergía2019@gmail.com

RESUMEN

El trabajo brinda, tanto un marco de aplicación de la agroenergía, con un enfoque integrador que considere la economía circular, las bajas emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes líquidos, prácticas para la mitigación y adaptación al cambio climático, como un conjunto de resultados asociados a este enfoque en municipios cubanos desde inicios de la pasada década, los cuales generaron un Premio Nacional a la Innovación Tecnológica. Dichos resultados incluyen un conjunto de soluciones tecnológicas e innovaciones de producto, proceso, sociales y ecoambientales, con una alta incidencia de la innovación abierta con proveedores y beneficiarios, asociadas a la agroenergía, con aplicaciones de la biodigestión anaeróbica, la producción de biodiésel, la gasificación de biomasa, la energía fotovoltaica para electricidad y riego, la energía solar térmica en calentamiento de agua y la energía eólica para bombeo de agua, el tratamiento y aprovechamiento de residuos, la producción de bioabonos, la evitación de emisiones contaminantes, en enfrentamiento a los efectos del cambio climático, la producción de alimentos y la mejora de la calidad de vida rural.

Palabras clave: agroenergía, medio ambiente, desarrollo local rural

ABSTRACT

The work toasts, so much a framework of application of the agroenergy, with an integrative focus that considers the circular economy, the drops emissions of gases of effect lighhouse and liquid pollutants, practices for the mitigation and adaptation to the climatic change, as a group of results associated to this focus in Cuban municipalities from beginnings of last decade, which generated a National Prize to the Technological Innovation. This results include a group of technological solutions and product, process, social and eco-environmental innovations, with a high incidence of the innovation open with suppliers and beneficiaries, associated to the agroenergy, with applications of the anaerobic biodigestion, the biodiésel production, the gasification of biomass, the photovoltaic energy for electricity and irrigation, the thermal solar energy in heating of water and the eolic energy for pumping of water, the treatment and use of residuals, the biofertilizers

production, the evitación of polluting emissions, in confrontation to the effects of the climatic change, the production of foods and the improvement of the quality of rural life.

Key words: agroenergy, environment, local rural development

INTRODUCCIÓN

El desarrollo rural sostenible a escala local en Cuba exige un enfoque de sostenibilidad, tanto económica, social y ambiental, alineado con las principales políticas nacionales asociadas al Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 (PCC, 2017), enfrentamiento al cambio climático (CITMA, 2017) a la transición energética (MINEM, 2024) y hacia una economía circular (CITMA, 2024) y el fomento de la agroecología (Consejo de Ministros, 2025), entre las principales.

Este desarrollo, para ser sostenible, tiene tener una concepción integral y estar basado en múltiples aspectos, entre los que destacan un crecimiento económico y social, sistemas productivos y formas de vida con bajas emisiones de contaminantes atmosféricos, líquidos y sólidos (Galford *et al*., 2020), un tratamiento y aprovechamiento económico de residuos bajo la concepción de la economía circular (UN Environment, 2024), el enfrentamiento al cambio climático (GCF, 2026), la transición energética basada en fuentes renovables de energía, FRE (IRENA, 2023), con énfasis en la agroenergía en territorios rurales (Suárez, 2025), y el fomento de la agroecología en la producción de alimentos (Martín y Casimiro, 2025).

En este sentido, el objetivo del trabajo es brindar, tanto un marco de aplicación de la agroenergía, con un enfoque integrador en los municipios cubanos, principalmente rurales, como un conjunto de resultados alcanzados a partir de los inicios de la pasada década en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se basó en la revisión documental de la literatura cubana e internacional, como en la sistematización de experiencias y resultados obtenidos por los proyectos internacionales BIOMAS-CUBA, AGROENERGÍA, BIOENERGÍA e ISA, lideraos por la Estación Experimental Indio Hatuey (EEIH), e implementados entre 2009 y 2024 en 22 municipios de 10 provincias cubanas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concepción y posterior implementación de los proyectos internacionales BIOMAS-CUBA (2009-2022), AGROENERGÍA (2011-2014), BIOENERGÍA (2017-2022) e ISA (2023-2024) se centró en la aplicación de diversas alternativas tecnológicas y procesos de innovación para contribuir a la producción sostenible e integrada de alimentos y energía en 22 municipios de 10 provincias en Cuba, con una amplia participación campesinos, empresas y grupos empresariales agropecuarias e industriales, ministerios, centros científicos, universidades, gobiernos y estructuras locales.

Dichos proyectos de agroenergía se implementaron con notables sinergias entre ellos y con un enfoque integrador que consideró la economía circular para la reducción, tratamiento, aprovechamiento y valorización económica de diversos residuos sólidos y líquidos, procesos con nulas o bajas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contaminantes líquidos, así como diversas prácticas para la mitigación y adaptación al cambio climático, lods cuales generaron un Premio Nacional a la Innovación Tecnológica (Suárez *et al*., 2022).

Los resultados se alcanzaron mediante un trabajo cooperativo en red enfocado a la innovación abierta, con la participación de proveedores de equipamiento e insumos, las entidades generadoras de políticas y sus instrumentos, los beneficiarios y otros actores clave, y en la implementación se desarrollaron nuevas concepciones y principios, como el de la finca agroenergética, la producción integrada de alimentos y energía (PIAE) y las estrategias locales de PIAE (Suárez *et al*., 2011; Suárez, 2020).

Asimismo, se crearon capacidades, tanto locales para la producción y uso de la agroenergía, de desarrollo y fabricación en la industria nacional, de incidencia en políticas e instrumentos de incentivo locales, sectoriales y nacionales, de "incubación" continua de proyectos nacionales e internacionales, como en instituciones y personas. Se promovió la transferencia y adopción de tecnologías asociadas al biogás, el biodiésel y la gasificación de biomasa, aunque también se promovió el bombeo eólico, la energía solar fotovoltaica y térmica para riego, generar electricidad y calentar agua, así como de tratamiento y aprovechamiento de residuos para generar energía y producir bioabonos y otros coproductos con valor agregado.

Se beneficiaron directamente 35 765 personas y crearon 809 empleos, se contribuyó a aumentar la producción de alimentos en 54 %, ahorrar 3,56 GW.h (por ejemplo, en las viviendas con biodigestores la electricidad fue ahorrada entre 40 y 90 %), ingresos de 118,1 millones de CUP, sustitución de importaciones por 23,7 millones de USD y 16 882 personas capacitadas formalmente, se evitó las emisiones de 1,9 millones de CO_2equiv y se mejoró la calidad de vida de numerosas familias.

En Biogás, se construyeron 148 biodigestores de hasta 90 m^3 en fincas campesinas y empresas agropecuarias, que benefician a 5 583 personas, dos grandes biodigestores de laguna cubierta en centros porcinos y ocho redes de distribución de biogás a 112 viviendas en Cabaiguán.

En alianza con la industria cubana, se creó en la UEB Conrado Piña, en La Habana, de la Empresa de la Goma (GEIQ), una capacidad productiva de 68 000 m^2/año de láminas vulcanizadas o geomembranas de HPDM para biodigestores de lagunas cubierta y otros usos, con su laboratorio de aseguramiento de la calidad; en la Empresa Mecánica Varona (GESIME), capacidades de desarrollo y fabricación de la serie 0 de tres agitadores y dos antorchas para la quema del biogás residual, requeridos en los biodigestores de laguna cubierta, y de dos cubas o tanques de enfriamiento-conservación de leche, con 500 litros de capacidad, y energizada con un moto-generador a biogás (3 y 5 kW), destinadas a vaquerías sin suministro eléctrico; en la Empresa de Conformación de Metales de Matanzas (GESIME) se desarrollaron prototipos de filtros para eliminar el sulfuro de hidrógeno del biogás, con la utilización de cilindros de 10 y 45 kg destinados a gas licuado del petróleo, con defectos; y el la Empresa INPUD de Santa Clara (GELECT) se ejecutó el desarrollo tecnológico y la fabricación de prototipos de refrigeradores y de cocinas domésticas e industriales a biogás -de estas últimas se han producido pequeñas series-,

además de instalar un laboratorio de desarrollo y pruebas; actualmente, se trabaja en el desarrollo del calentador de agua, la lámpara de alumbrado y la olla arrocera, a biogás.

En la II Feria Internacional de Energía Renovable de La Habana, en 2022, se presentaron el agitador, la antorcha, los filtros de purificación, la cuba de enfriamiento de leche, el refrigerador y los dos tipos de cocina a biogás, en un stand conjunto entre la EEIH y el GESIME.

En Gasificación de biomasa, se instalaron gasificadores en un aserradero y en la EEIH para generar electricidad y en un secadero de arroz para sustituir el diésel en el secado del grano (700 L/día). Con la UEB Marcel Bravo (GESIME), en Santiago de Cuba, se ejecutó el desarrollo tecnológico de un gasificador de biomasa y sus equipos auxiliares, que alimente a un moto-generador de 80 KVA.

En Biodiésel, se plantaron 466 ha de *Jatropha curcas*, una arbórea para producir este biocombustible, asociada a cultivos alimenticios (con producciones de 244 t de alimentos) en tierras ociosas tres provincias del Oriente, Santi Spíritus y en Matanzas; se instalaron tres plantas integrales de producción de biodiésel y dos instalaciones para extraer aceite, así como tres fincas de producción de semillas y sus laboratorios de certificación, la generación de 30 coproductos con múltiples usos como bioplaguicidas, productos y medicamentos de uso veterinario, aceite dieléctrico para transformadores, biolubricantes y biograsas, detergentes y jabones, aditivos para alimentación animal, aceite demoldeante para fabricar mosaicos y aceites para pinturas y barnices. Además, en conjunto con la UEB Cubana de Acero (GESIME) se realizó el desarrollo tecnológica para la fabricación nacional de plantas de biodiésel y se creó una capacidad para la manufactura de 10 instalaciones anuales.

También, entre 2009 y 2020, se evaluaron mezclas de diésel y biodiésel cuabano en bancos de prueba de motores del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), de la Universidad Tecnológica de La Habana, que incluyeron el desempeño del moto, las emisiones de GEI y la durabilidad, con mezclas hasta 20 % del biocombustible, con un favorable desempeño, una reducción del CO_2 en 70 % y de SO_2 en su totalidad, y se considera que es pertinente utilizar el biodiésel hasta un 15 %, mientras no se disponga de una norma que asegure su calidad. Asimismo, se han empleado mezclas, como pruebas de observación sin control, en vehículos ligeros, camiones, tractores y equipos de riego, así como una prueba preliminar de estas mezclas, hasta un 15 %, en un tractor roturando tierras en la EEIH.

También se introdujeron aerobombas de agua, sistemas fotovoltaicos para generar electricidad y el riego, así como calentadores solares de agua en numerosas fincas campesinas y áreas agrícolas; se instalaron 52 pequeñas plantas de producción de bioabonos y bioproductos basados en microorganismos eficientes.

Se crearon 809 nuevos empleos (46 % ocupados por mujeres), se aumentó, como promedio la producción de alimentos en un 46 % en los cinco municipios con estrategias de PIAE, especto a 2011 (con un promedio anual de 277 680 t, entre 2018 y 2021), se capacitaron 16 881 productores, especialistas y decisores.

Paralelamente, se desarrolló un intenso proceso de I+D+i en centros científicos, universidades y en las áreas productivas, que generó numerosos artículos y comunicaciones a congresos internacionales, más de 20 tesis de doctorado, maestrías y de grado, así como 13 libros y manuales, entre ellos los Atlas Nacionales de Bioenergía 2018 y 2022.

Los miembros del proyecto participaron en la creación, en 2020, del Grupo Nacional de Universidades para las Fuentes Renovables de Energía, ocho de los 36 expertos que formularon, entre 2022 y 2024, la Estrategia Nacional de Transición Energética fueron actores clave de estos proyectos y uno coordinó el grupo temporal para elaborar la propuesta de la Política Nacional de Agroecología, entre 2021 y 2023. Además, se elaboró en 2019 una propuesta de estrategia y programa para promover el biodiésel en Cuba, en conjunto con el Grupo Empresarial Labiofam, y los resultados de los proyectos brindaron insumos clave para formular el Decreto Ley 345 para el desarrollo de las FRE y la Resolución 123 del MINEM, en 2019, y la Resolución del MEP con las directivas, en 2021, el Plan de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional del MINAG, en 2020, y la 3ra Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, en 2020.

Entre 2019 y 2025 se trabajó con la Oficina Nacional de Estadísticas e Información en el perfeccionamiento del sistema de captación y análisis de información estadística territorial, con la elaboración del formulario T14-00 Encuesta de Fuentes Renovables de Energía, que se validó en cinco municipios y se extendió nacionalmente en 2025.

Entre las innovaciones organizativas destacan la creación en 2020 en la EEIH, de un Observatorio Virtual sobre Sistemas Agroecológicos Integrados para la Producción de Alimentos y Energía y un Centro Experto en Agroenergía, enfocado a desarrollo de proyectos, asesoría tecnológica y capacitación, con apoyo de InCuba, la incubadora de proyectos de innovación de la Universidad de la Habana, la Universidad Humboldt de Berlín y la FAO; en Cubaenergía de una Unidad de Transferencia de Tecnologías en Bioenergía, para asesorar a decisores nacionales, promover la coordinación inter-institucional de programas de bioenergía y compartir conocimiento e información; así como en Yaguajay, una Unidad de Transferencia de Tecnologías en el Centro Universitario Municipal y de una Unidad Local de Servicios Especializados en Bioenergía, en la empresa Emprova, para asesorar productores y decisores y brindar servicios constructivos, de instalación, mantenimiento y reparación de obras asociadas a las FRE.

CONCLUSIONES

La implementación de los cuatro proyectos demuestra que una concepción integrada de la agroenergía en las condiciones locales de Cuba es pertinente para promover la economía circular, las bajas emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes líquidos, así como diversas prácticas para la mitigación y adaptación al cambio climático, en las explotaciones productivas, mediante la integración y cooperación de múltiples actores, la ejecución de procesos de I+D+i, con énfasis en la innovación abierta, y la incidencia en políticas públicas, para contribuir a la mejora de la calidad de vida, la transición energética, la producción sostenible de alimentos y la conservación del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

CITMA. 2017. Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana

CITMA. 2024. Estrategia para la Transición hacia una Economía Circular. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, 13 p.

Consejo de Ministros. 2025. Decreto 128 sobre la Agroecología. Gaceta Oficial de la República, edición ordinaria, 29 de septiembre, p. 1217-1226.

Galford, Gillian L.; Peña, Olivia; Sullivan, Amanda K.; Nash, Julie; Gurwick, N; Pirolli, Guillian; Richards, Meryl; White, Julianna & Wollenberg, Eva. 2020. Agricultural development addresses food loss and waste while reducing greenhouse gas emissions. Science of the Total Environment, 699: 134318.

GCF. 2025. A Decade of Global Climate Action: Building resilience, transforming lives. Green Climate Found, Incheon, Republic of Korea, 63 pp.

IRENA. 2023. IRENA's energy transition support to strengthen climate action: Insight to impact 2023, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 148 pp.

Martín, G. J. & Casimiro, Leidy. 2025. Necesidad de una transición agroecológica en la agricultura cubana. Rol de la Política de Agroecología. Presentación en Taller de la ACTAF, La Habana.

MINEM. 2024. Estrategia Nacional para la Transición Energética en Cuba. Ministerio de Energía y Minas, La Habana, 47 p.

PCC. 2017. Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: propuesta de visión de la nación, ejes y sectores estratégicos. Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista. Comité Central del Partido Comunista de Cuba, La Habana.

Suárez, J. (Ed.). 2020. Producción integrada de alimentos y energía: La experiencia del proyecto internacional Biomas-Cuba. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, ISBN 978-959-7138-37-2, 452 p.

Suárez, J. 2025. Procesos de innovación para la producción sostenible e integrada de alimentos y energía en Cuba. Conferencia en la Feria Nacional de Innovación para el Desarrollo, Palacio de Convenciones de La Habana, 15-17 enero.

Suárez, J.; Martín, G. J.; Sotolongo, J. A.; Rodríguez, E.; Savran, Valentina; Cepero, L.; Funes-Monzote, F. R.; Rivero, J. L.; Blanco, D.; Machado, R.; Martín, C. & García, A. 2011. Experiencias del proyecto BIOMAS-CUBA. Alternativas energéticas a partir de la biomasa en el medio rural cubano. Pastos y Forrajes, 34 (4): 473-496.

Suárez, J.; Martín, G. J.; Cepero, l.; Sotolongo, J. A.; Curbelo, A.; Piloto, R. & Lafargue, F. 2022. Procesos de Innovación para la producción sostenible e integrada de alimentos y energía en Cuba. Premio Nacional a la Innovación Tecnológica 2022. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, 40 p.

UN Environment. 2024. Circular Economy as an Enabler for Responsible Banking: Circular Solutions to Achieve Climate Targets. United Nations Environment Programme, Geneva, 33 pp.

SÍNTESIS DE ZEOLITA X A PARTIR DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PARA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL

SYNTHESIS OF ZEOLITE X FROM RICE HUSK ASH FOR BIODIESEL PRODUCTION

Dianet Camejo Rodríguez[1*], Milianys Pérez Reyes[1], Ángel Rabdel Ruiz Salvador[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.*

[2]*Universidad Pablo de Olavide, España.*

Autor para correspondencia: dianet.camejo@ihatuey.cu

RESUMEN

La zeolita X puede obtenerse de subproductos industriales y emplearse posteriormente como catalizador heterogéneo en la producción de biocombustible. El objetivo del presente trabajo es sintetizar zeolita X a partir de silicato extraído de ceniza de cáscara de arroz para su empleo como catalizador heterogéneo en la producción de biodiesel. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Pablo de Olavide en el año 2024. Se realizó el proceso de extracción de silicato de la ceniza, para la síntesis se escogió la relación Si/Al de 4:1, con la que se sintetizaron 4 muestras variando el contenido de H_2O en relación con el aluminato y Na_2O: 425 y 475mol, dos con agitación previa (A y C) del silicato durante una hora, y 2 sin agitación previa (B y D). La caracterización estructural se realizó por difracción de rayos X (DRX) y la morfología mediante fotografías SEM a 2.00 µm. Las muestras A y C mostraron trazas de zeolita A en sus espectros, mientras que la B y D fueron zeolita X sintetizada exitosamente con altos niveles de cristalización. La estructura de la muestra B (16 $Na_2O/1Al_2O_3/4SiO_2/425H_2O$ sin agitación previa) demostró ser la más semejante a la sintética, por lo que se tomará su fórmula como referencia en la elaboración del catalizador heterogéneo a gran escala para la producción de biodiesel. Se considera que la ceniza de cáscara de arroz es efectiva como fuente orgánica de silicato para la obtención de zeolita X.

Palabras clave: zeolita X, biocatalizadores, residuos industriales.

ABSTRACT

Zeolite X can be obtained from industrial byproducts and subsequently used as a heterogeneous catalyst in biofuel production. The objective of this work is to synthesize zeolite X from silicate extracted from rice husk ash for use as a heterogeneous catalyst in biodiesel production. The research was carried out at the Pablo de Olavide University in 2024. The silicate extraction process was performed on the ash, and a Si/Al ratio of 4:1 was chosen for the synthesis. Four samples were synthesized with varying H_2O content relative to aluminate and Na_2O: 425 and 475 mol. Two samples (A and C) included prior stirring of the silicate for one hour, and two (B and D) did not. Structural characterization was performed by X-ray diffraction (XRD), and

morphology was determined using SEM photographs at 2.00 µm. Samples A and C showed traces of zeolite A in their spectra, while B and D were zeolite X, successfully synthesized with high levels of crystallization. The structure of sample B (16 Na2O/1Al2O3/4SiO2/425H2O without prior stirring) proved to be the most similar to the synthetic one; therefore, its formula will be used as a reference in the large-scale development of the heterogeneous catalyst for biodiesel production. Rice husk ash is considered effective as an organic source of silicate for obtaining zeolite X.

Key words: zeolite X, biocatalysts, industrial waste.

INTRODUCCIÓN

La disminución progresiva de los combustibles fósiles, así como los efectos negativos del cambio climático constituyen las principales problemáticas de energía actuales (Yang y Ju, 2023). El biodiesel es una opción sostenible de biocombustible obtenido a partir de materia prima como aceite de cocina usado, aceites vegetales o grasa animal, reutilizando esos subproductos industriales. Optimiza el proceso de combustión, reduce las emisiones de hidrocarburos y compuestos poliaromáticos. Además, no emite cantidades adicionales de CO_2 hacia la atmósfera (Mierczynski *et al.,* 2021). Los gobiernos han impulsado la producción de biodiesel a nivel mundial exceda los 30 millones de toneladas anuales, proporcionando beneficios como subsidios fiscales a quienes emplean esta tecnología (Ma y Liu, 2019).

Los catalizadores heterogéneos han demostrado una gran eficiencia en la síntesis de biodiesel, trabajando a temperaturas más bajas y/o tiempos de reacción más cortos que las reacciones de catálisis homogéneas (Mierczynski *et al.,* 2021). En ese sentido las zeolitas destacan como catalizadores efectivos. Estructuralmente son agrupaciones tetraédricas cristalinas de SiO_4 y AlO_4, que forman principalmente canales y poros (David, 2021). Son catalizadores heterogéneos con sitios ácidos de Bronsted y Lewis que pueden contribuir a transformar el aceite crudo en biocombustibles. Las zeolitas pueden obtenerse a partir de componentes de origen natural, como arcillas, rocas y residuos de cenizas de combustión de sólidos, lo cual resulta más económico que los catalizadores de origen sintético.

La industria arrocera genera más de 150 millones de toneladas de cáscara de arroz anualmente, residuo que tiene una alta resistencia a la degradación (Tran-Nguyen *et al.,* 2021). Debido a sus altos niveles de silicatos (20 % de su peso seco), puede utilizarse como fuente de sílice para la producción del catalizador heterogéneo zeolita X, reduciendo el exceso de este subproducto y dándole un nuevo propósito amigable con el medio ambiente.

Objetivo: Sintetizar zeolita X a partir del silicato extraído de cenizas de cáscara de arroz para su empleo como catalizador heterogéneo en la producción de biodiesel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio: La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Análisis Químico de la Universidad Pablo de Olavide en el periodo de septiembre a noviembre del 2024. Se extrajo silicato de ceniza de cáscara de arroz procedentes de dos secaderos: Aguada y Amarillas, con las cuales se realizó el procedimiento correspondiente para obtener zeolitas sintéticas.

Extracción del silicato: La ceniza de cáscara de arroz fue tratada con NaOH a 2M con una relación del 10% entre ambos, y se sometió a agitación por 4 horas a 60ºC. El sobrenadante obtenido es el silicato, el cual se separa de la mezcla mediante centrifugación.

Síntesis de zeolita X a partir de silicato extraído: Para la síntesis de zeolita se desarrolló una base de datos de análisis químico para determinar la concentración de cada reactivo. Se tuvieron en cuenta varias composiciones químicas para determinar cuál sería la más estable y libre de trazas de zeolita A, escogiendo la relación Si/Al de 4:1, con la que se sintetizaron 4 muestras variando el contenido de H_2O en relación con el aluminato y Na_2O: 425 y 475mol, dos con agitación previa (A y C) del silicato por una hora, y 2 sin agitación previa (B y D). Se añadió 7 ml de la sílice extraída por goteo a la mezcla en agitación de aluminato de sodio y agua destilada, hasta que se observa un cambio en la disolución, se deja en agitación a 60°C por una hora. Posteriormente se coloca por 12 horas en una estufa a 90°C (temperatura óptima para su formación según Yang *et al.* (2019)), y transcurrido este periodo se centrifuga para eliminar los restos de NaOH y se seca a 110°C por aproximadamente 12 horas.

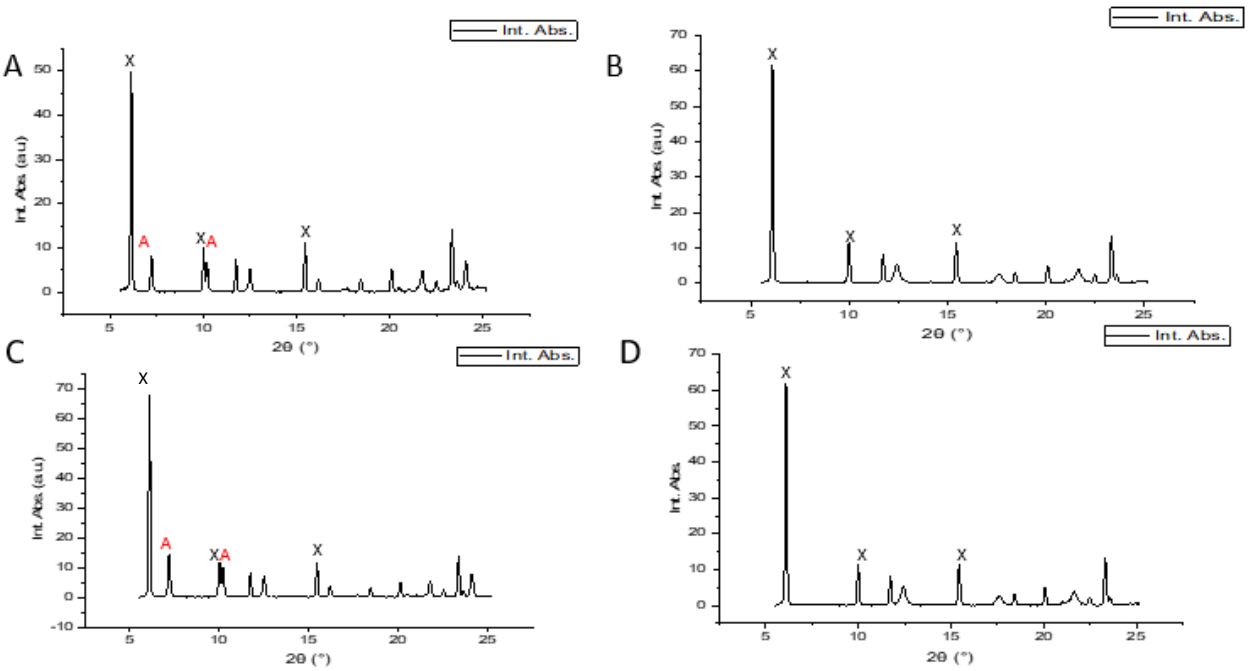
Caracterización estructural de la zeolita X: Para comprobar la calidad del proceso de cristalización se realizó la detección con rayos X de la estructura de la zeolita obtenida con un Difractómetro Bruker D8 Discover en un rango de 5-25° de 0,02° 2θ/min con radiación de Cu Kα, a 40 kV y 30 mA. Además, se realizó el análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) de la muestra más óptima empleando un Microscopio Hitachi S4800 SEM-FEG tomando fotografías de la morfología a 2.00 µm para evaluar la estructura tridimensional del compuesto.

Procesamiento de los datos: Los datos de DRX fueron llevados a una base de datos y graficados con OriginPro 2021.Se realizó una comparación entre las cuatro síntesis mediante los dos análisis para determinar cuál cumple mejor los parámetros químicos de la estructura de zeolita X sintética para tomarse como biocatalizador heterogéneo en la futura producción de biodiesel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estructura de la zeolita X se caracteriza por presentar picos en los siguientes puntos del espectro: 449.71 cm^{-1}: Si-O; 562.864 cm^{-1}: Si-O-Na; 686.636 cm^{-1}: Al-O; 966.923 cm^{-1}: Si-O-Al; 1644.915 cm^{-1}: H-O-H. Todas las síntesis (figura 1A-D) muestran el pico más característico en el ángulo 6.2° (Zainal Abidin *et al*., 2017). Sin embargo, A y C contienen trazas de zeolita A pues se observan en menor medida sus bandas distintivas en los ángulos 7.2° y 10.3° (Figura 1A y 1C), por lo cual podemos deducir que el proceso de agitación previa del silicato condujo a la formación de residuos de Zeolita A en la estructura del compuesto sintetizado, afectando su pureza. Estos resultados concuerdan con los alcanzados por Tran-Nguyen *et al.*, 2021 que realizaron síntesis con varias relaciones molares Si/Al y concluyeron que con una relación 4:1 los picos de zeolita X alcanzan una mayor intensidad.

La síntesis B y D coinciden además con los resultados obtenidos por Belhouari *et al.*, 2024 sobre el análisis de zeolita X pura sintetizada hidrotérmicamente. La estructura molecular de la síntesis B es $16Na_2O/1Al_2O_3/4SiO_2/425H_2O$ y se considera la más adecuada para la producción del biocatalizador heterogéneo pues emplea menor cantidad de Na_2O que la muestra D ($26.6Na_2O/1Al_2O_3/4SiO_2/475H_2O$). El agua desempeña un papel relevante en la estructura pues además de ser el solvente en el proceso de cristalización también interviene en las reacciones de hidrólisis de aluminosilicatos y regula la aparición de marcos precursores de zeolitas (Cheong *et al.*, 2020).



Los picos que se aprecian en la estructura característica de zeolita X son afilados y estrechos, lo cual indica un alto grado de cristalización de los microporos, pues ambos parámetros son inversamente proporcionales (Purduea y Qiaoa, 2018)

Figura 1. Caracterización por DRX de zeolita X sintetizada. A: 475 mol H_2O + agitación, B: 425 mol H_2O, C: 425 mol H_2O + agitación, D: 475 mol H_2O.

La figura 2 contiene la evaluación morfológica mediante SEM de la zeolita X obtenida empleando sílice de cáscara de arroz de relación Si/Al 4:1. Se observa que las muestras con tratamiento previo de agitación de silicato (Figura 2A y 2C) presentan una forma más uniforme, esto puede deberse a la presencia de zeolita A que se distingue por sus formas cúbicas (Volli y Purkait, 2015). Dichas imágenes son similares a las evaluadas por David (2021) al tratar la zeolita X con hidróxido de tetrapropilamonio.

Las figuras 2B y 2D poseen un entramado octaédrico, con una mayor compactación, aglomeraciones de *clusters* y bordes más definidos, morfología propia de la zeolita X. Los microporos que se pueden apreciar aportan una amplia superficie de reacción, que influye en la capacidad de absorción, separación y filtración de este biocatalizador (Ezzeddine *et al.*, 2018).

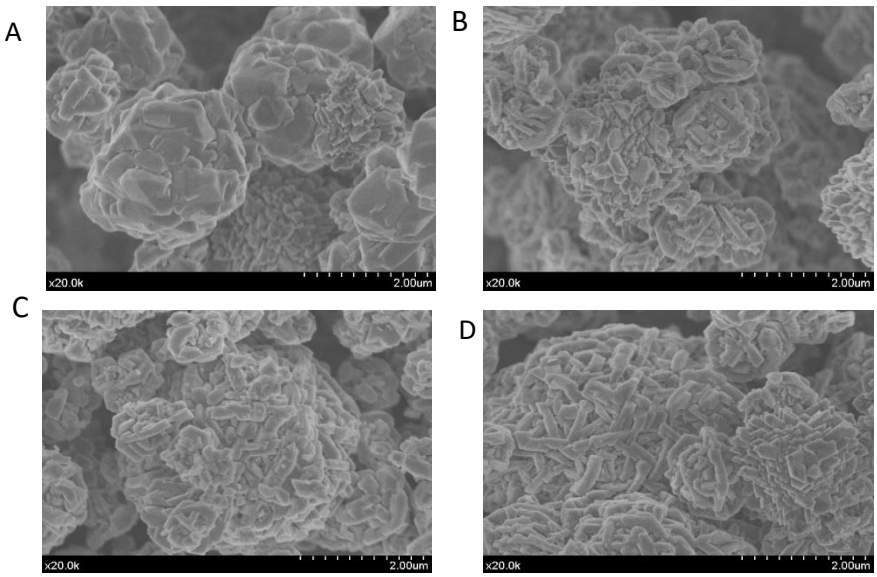


Figura 2. Imágenes estructuras SEM de zeolita X a 2.00 µm. A: 475 mol H_2O + agitación, B: 425 mol H_2O, C: 425 mol H_2O + agitación, D: 475 mol H_2O.

CONCLUSIONES

Se logró sintetizar exitosamente zeolita X tomando como fuente de silicato la ceniza de cáscara de arroz sin tratamiento previo en dos muestras. La agitación previa de la sílice condujo a la formación de trazas de zeolita A en las muestras A y C determinadas mediante difracción de rayos X en los ángulos 7.2° y 10.3°, por lo que se determinó que solo B y D eran puramente zeolita X. La estructura de la síntesis B (16 $Na_2O/1Al_2O_3/4SiO_2/425H_2O$ sin agitación previa) demostró ser la más semejante a la sintética, por lo que se tomará su fórmula como referencia en la elaboración del catalizador heterogéneo a gran escala para la producción de biodiesel. Se considera que la ceniza de cáscara de arroz es efectiva como fuente orgánica de silicato para la obtención de zeolita X.

BIBLIOGRAFÍA

Belhouari, H., Menad, K., Feddag, A. 2024. Exploring the surface characteristics of hydrothermal synthesized X-zeolite at different temperatures through heated microscope-automatic image analyses. Studies in Engineering and Exact Sciences, 5(2): 01-14. DOI: 10.54021/seesv5n2-168.

Cheong, Y.W., Wong, K.L., BS, Ooi et al. 2020. Effects of synthesis parameters on crystallization behavior of K-MER zeolite and its morphological properties on catalytic cyanoethylation reaction. Crystals, 10(2):64. https://doi.org/10.3390/cryst10020064.

David, E. 2021. Evaluation of Na-13X zeolites activity in the catalytic pyrolysis of rapeseed oil cake to produce bio-oil. Appl. Catal. A Gen., 617: 118126.

Ezzeddine, Z., Batonneau-Gener, I, Pouilloux, Y., Hamad, H., Saad, Z. 2018. Synthetic Nax Zeolite as a Very Efficient Heavy Metals Sorbent in Batch and Dynamic Conditions. Colloids Interface, 2(22). doi:10.3390/colloids2020022.

Ma, Y. y Liu, Y. 2019. Biodiesel production: status and perspectives. In Biofuels: alternative feedstocks and conversion processes for the production of liquid and gaseous biofuels). Academic Press.

Mierczynski, P., Szkudlarek, L., Chalupka, K., Maniukiewicz, W., Wahono, S.K., Vasilev, K., Szynkowska-Jozwik, M.I. 2021. The Effect of the Activation Process and Metal Oxide Addition (CaO, MgO, SrO) on the Catalytic and Physicochemical Properties of Natural Zeolite in Transesterification Reaction. Materials, 14: 2415. https://doi.org/10.3390/ma14092415.

Purduea, M.J. y Qiaoa, Z. 2018. Microporous Mesoporous Mater. 261: 181–197

Tran-Nguyen, P.L. et al. 2021. Facile synthesis of zeolite NaX using rice husk ash without pretreatment, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers 2(5): 1-8. https://doi.org/10.1016/j.jtice.2021.05.009.

Volli, V., y Purkait, M. K. 2015. Selective preparation of zeolite X and A from flyash and its use as catalyst for biodiesel production. Journal of hazardous materials, 297: 101-111.

Yang, G.; Yu, J. 2023. Advancements in Basic Zeolites for Biodiesel Production via Transesterification. Chemistry, 5: 438–451. https://doi.org/10.3390/chemistry5010032.

Zainal Abidin, A., Abu Bakar, N.H.H., NG, E.P., Tan, W.L. 2017. Rapid Degradation of Methyl Orange by Ag Doped Zeolite X in the Presence of Borohydride. J. Taibah Univ. Sci., 11, (6): 1070–1079. https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2017.06.004.

INTERJOVEN

EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO FOTOVOLTAICOS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY

EFFECT OF IMPLEMENTATION OF PHOTOVOLTAIC IRRIGATION SYSTEMS ON AGRICULTURAL PRODUCTION AT THE INDIO HATUEY EXPERIMENTAL STATION

Abel Hernández Herranz[I]*, Ediel Corzo Rodríguez[I]

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPF-IH), Cuba

**Autor para correspondencia:* abelhh9602@gmail.com

RESUMEN

El cuidado de los recursos naturales con el uso de fuentes renovables de energías en la agricultura, con vista a mejorar la rentabilidad de las actividades agrícolas y su sostenibilidad, constituye una estrategia viable en el equilibrio adecuado entre la producción alimentos y la preservación del ecosistema. En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue, realizar una valoración cuantitativa de la producción de cultivos agrícolas en áreas con sistemas de riego fotovoltaico de la Estación Experimental Indio Hatuey. Para ello, durante el período 2022-2025, en áreas estratégicas destinadas a la producción de alimentos con sistemas de riego fotovoltaico, se consultaron los registros de las producciones anuales y las fichas técnicas de los cultivos de hortalizas, viandas (yuca, papa y boniato) y granos (frijol y maíz). Como principal resultado, se pudo constatar, que hubo un incremento paulatino en el rendimiento de los grupos de cultivos de un año a otro, con excepción de las viandas en el último año. De acuerdo con la valoración que se realizó, se concluye, que el riego con la utilización de energía solar, permitió un incremento productivo paulatino de los grupos de cultivos que se evaluaron, a través de los años. Por lo que representa una solución innovadora y sostenible para la agricultura, fundamentalmente, en el contexto actual, marcado por la creciente demanda de alimentos y desafíos medioambientales.

Palabras clave: riego solar, granos, viandas, hortalizas, rendimiento

ABSTRACT

The responsible use of renewable energy sources in agriculture, aimed at improving the profitability and sustainability of agricultural activities, constitutes a viable strategy for achieving a proper balance between food production and ecosystem preservation. In this context, the objective of this study was to conduct a quantitative assessment of agricultural crop production in areas with photovoltaic irrigation systems at the Indio Hatuey Experimental Station. To this end, during the period 2022-2025, annual production records and technical data sheets for vegetable, root crops (cassava, potato, and sweet potato), and grain crops (beans and corn) were consulted in

strategic areas designated for food production using photovoltaic irrigation systems. The main finding was a gradual increase in the yield of all crop groups from one year to the next, with the exception of root crops in the final year. Based on the assessment conducted, it can be concluded that irrigation using solar energy allowed for a gradual increase in the productivity of the crop groups evaluated over the years. Therefore, it represents an innovative and sustainable solution for agriculture, especially in the current context, marked by the growing demand for food and environmental challenges.

Key words: solar irrigation, grains, viands, vegetables, yield

INTRODUCCIÓN

En el mundo, actualmente, se enfrenta una escasez de recursos (suelo, agua y energía, fundamentalmente), la cual es cada vez mayor; y a su vez, a una demanda en ascenso de productos agrícolas (Espinosa, 2024). Por ello, desde hace varios años, mediante el uso de la ciencia y la tecnología, se pretende contribuir a mejorar el desarrollo y cuidado de los recursos naturales a través del empleo de fuentes renovables de energías en la agricultura. Según Mola *et al*. (2021) estas dependen de elementos que se encuentran en el entorno rural (aire, sol y corrientes de agua), especialmente la solar fotovoltaica; las cuales, en su conjunto, permiten ahorrar costos y mejorar la rentabilidad de las actividades agrícolas (por ejemplo, bombeo y regadío) (Díaz, 2021).

Por otra parte, Villarreal *et al*. (2021) plantearon que los sistemas alimentarios sostenibles son fundamentales para alcanzar los objetivos de desarrollo a nivel mundial. Son una estrategia viable para nuestro presente como para el futuro, mediante el uso óptimo de los recursos naturales sin dañar el medio ambiente. Esta sostenibilidad se relaciona con la necesidad de poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible a escala global.

Mientras Ávila *et al*. (2020) expresaron que la clave es, encontrar el equilibrio adecuado entre la producción de alimentos y la preservación del ecosistema. Siendo los sistemas de riego solares fotovoltaicos una de las posibles soluciones para cubrir este tipo de necesidades, para obtener mayor productividad de los cultivos por unidad de superficie, y superar la carencia de energía eléctrica, aprovechando la disponibilidad de radiación solar (Rodríguez *et al*., 2022).

Objetivo: Realizar una valoración cuantitativa de la producción de cultivos agrícolas en áreas con sistemas de riego fotovoltaico de la Estación Experimental Indio Hatuey.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del comportamiento de las producciones agrícolas, durante el período 2022-2025, en áreas estratégicas destinadas a la producción de alimentos con sistemas de riego fotovoltaico de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, perteneciente al municipio de Perico, provincia Matanzas. Se consultaron los registros de las producciones anuales y las fichas técnicas de los cultivos de hortalizas, viandas (yuca, papa y boniato) y granos (frijol y maíz), que estuvieron bajo el efecto de cuatro sistemas de riego solar, que poseían las siguientes características, que se enuncian en la tabla 1:

Tabla 1. Especificidades técnicas de los sistemas fotovoltaicos que se utilizaron.

Sistema de riego solar	Cantidad de paneles	Potencia de los paneles (Wp)	Potencia del sistema (kW)	Potencia de la bomba (kW)	Área que cubre el sistema (ha)	Tecnología de riego
1	14	300	3,12	2,2	2	aspersor
2	34	330	11,88	7,5	7,7	aspersor
3	68	330	22,44	11	8	aspersor
4	52	475	24,7	18,5	8	aspersor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la revisión de los registros anuales de las producciones de los grupos de cultivos que se encontraron bajo riego solar en el período 2022-2025, se recopilaron los datos que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Rendimiento que alcanzaron los cultivos que se evaluaron bajo riego con energía solar.

Cultivo	Rendimiento (t)/Año			
	2022	2023	2024	2025
Hortalizas	12,67	16,65	17,15	17,28
Viandas (yuca, papa, boniato)	30,80	31,15	34,75	17,90
Granos (frijol, maíz)	17,62	21,79	29,54	36,21
Total	61,09	69,59	81,44	71,40

Según se pudo constatar, hubo un incremento paulatino en el rendimiento de los grupos de cultivos de un año a otro, con excepción de las viandas en el ultimo año, lo cual pudo estar dado por la deficiente disponibilidad de semillas con calidad para sembrar las superficies previstas, sobre todo del cultivo de la papa, lo que limitó la obtención de mayores producciones.

Estos resultados que se obtuvieron, corroboran el criterio de Martínez-Varona (2023), quien señaló que la tecnología de sistemas de riego fotovoltaico, requiere menor demanda energética, y posibilita mantener una mayor la humedad en los suelos, lo cual repercute en mayores rendimientos agrícolas.

En el caso particular del aumento productivo de las hortalizas, pudo estar dado por que fue posible la intensificación de las especies hortícolas, lo cual según Ocampo *et al.* (2022) representa un beneficio del uso de sistemas de riego fotovoltaicos.

En tanto, respecto a los cultivos de granos, también fue evidente la ventaja del uso de los sistemas de riego fotovoltaicos, pues de acuerdo con Rivas *et al.* (2024), en el cultivo del maíz, el uso de sistemas de riego solar por goteo, permite un ahorro de agua y de combustible, aprovechándose al máximo las áreas de difícil acceso. Además, se mejora la absorción de nutrientes por las plantas alcanzando una eficiencia de su asimilación y utilización entre el 90 y el 95 %

De manera general, los sistemas de riego solar constituyen un elemento importante en la agricultura mundial hoy en día. Pues según Pacheco *et al*. (2022), la pérdida en la eficiencia, debido al mal manejo del agua, es uno de los problemas que afectan a las áreas bajo riego en la agricultura cubana, en particular. Además, puede ser la opción más atractiva económicamente, a pesar de su alto costo de inversión inicial.

En este caso, los sistemas de riego que se emplearon, propician un ahorro de electricidad y de combustible Diesel, según sus propias características, las cuales se relacionan en la tabla 3, que aparece a continuación:

Tabla 3. Otras características de los sistemas de riego que se emplearon.

Sistema de riego solar	Ahorro de electricidad (MWh/año)	Ahorro de Diesel (t/año)
1	3,08	0,86
2	10,5	2,94
3	15,4	4,31
4	25,9	7,25

Por otro lado, Arrocha *et al.* (2020) plantearon que la energía solar es gratis, no contamina y está disponible para todos, por lo que se debe aprovechar al máximo, sustituyendo cada vez más los sistemas tradicionales a base de combustibles fósiles, dándole así vida a los entornos naturales que nos rodean, sin causar daños irreparables al medio ambiente.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la valoración que se realizó, se concluye, que el riego con la utilización de energía solar, permitió un incremento productivo paulatino de los grupos de cultivos que se evaluaron, a través de los años. Por lo que representa una solución innovadora y sostenible para la agricultura, fundamentalmente, en el contexto actual, marcado por la creciente demanda de alimentos y desafíos medioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila-González, E.; Ríos-Hernández, A.; Morejón-Mesa, Y. y Campos-Cuní, B., 2020. Evolución histórica de las fuentes energéticas empleadas en el abasto de agua y riego agrícolas. Revista Ingeniería Agrícola, 11(1):47-57.

Arrocha, D., Camargo, A., Petit, J., Rosas, Y., Villarreal, V., & Muñoz, L. 2020. Sistema de riego con movilidad a base de energía solar. Revista De Iniciación Científica, 6(1), 39-43. https://doi.org/10.33412/.

Díaz, J. C. 2021. Energías renovables y agricultura: un convenio natural. [Consulta: 02 septiembre 2025]. http://www.ite.es.

Espinosa, J. 2024. Agua, agricultura y alimentos. Un mundo sin hambre será de riego o no será. Revista española de estudios agrosociales y pesqueros, 1(8):263. ISSN 2605-0323.

Martínez-Varona, R. 2023. Viabilidad económica de diferentes técnicas de riego presurizado a pequeña escala con bombeo fotovoltaico. Ingeniería Agrícola, 13(1).

Mola, B. S.; Bonet, C.; Rodríguez, D.; Guerrero, P.; Avilés, G., Martínez, C. 2021. Tecnologías para el uso eficiente de los recursos hídricos en fincas ganaderas. Revista Ingeniería Agrícola, 11(3):61-66.

Ocampo F., Battista E., Justianovich S. 2022. Evaluación de un sistema de bombeo solar fotovoltaico aplicado al riego de hortalizas. La experiencia del área hortícola de La Plata, Florencio Varela y Berazateguit. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 26: 235-247. ISSN 2796-8111.

Pacheco Moya R. M., Vargas Rodríguez P. 2022. Propuesta de metodología para la gestión eficiente del agua en zonas regables de Cuba. Ingeniería. Hidráulica y ambiental. (43) 3. ISSN 2788-6050.

Rodríguez Chiunti, M. Ángel, & Vidal Gamboa, A. 2022. Diseño de un sistema de riego solar fotovoltaico para la evaluación de la fenología en chile jalapeño. Tendencias En energías Renovables Y Sustentabilidad, 1(1), 150–157. https://doi.org/10.56845/terys.v1i1.150

Rivas Martínez J. D., Darío Castillo Sánchez M. 2024. Diseño de un sistema fotovoltaico para energizar una bomba para agua utilizada en el cultivo de maíz. Memorias del Congreso Científico Tecnológico de las carreras de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Industrial y Telecomunicaciones, sistemas y electrónica. año 8. (8):1-6. ISSN-2448-7236.

Villarreal, a.; jurado, j. M. Y Domínguez, Y. 2021. Seguridad alimentaria familiar y objetivos de desarrollo sostenible. Diálogos desde la educación ambiental en la comunidad El Resplandor (Santiago de Cuba, Cuba). Revista de Estudios Empresariales. Segunda época, 4(2):24-43.

OBTENCIÓN DE TiO_2 NANOESTRUCTURADO A PARTIR DE TITANIO RECICLADO Y SU EVALUACIÓN EN FOTOELECTRODO EN CELDAS FOTOELECTROQUÍMICAS

OBTAINING NANOSTRUCTURED TiO2 FROM RECYCLED TITANIUM AND ITS EVALUATION IN A PHOTOELECTRODE IN PHOTOELCHOCHEMICAL CELLS

César Caballero Serrano[1], Fresnel Forcade Zamora[2],
Yamilet Rodríguez Lazcano[2], Ernesto Peláez Abellán[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba*

[2] *IMRE, Cuba.*

Autor para correspondencia: caballerocesarale@gmail.com

RESUMEN

El TiO_2 es un óxido semiconductor con propiedades fotocatalíticas. Su forma nanoestructurada lo hace crucial para la producción de energía renovable. Mejorar su síntesis es clave en la eficiencia de las celdas solares y la producción de hidrógeno por fotólisis del agua. La nanoestructura maximiza la superficie, lo que permite aumentar la conversión de energía solar en electricidad en celdas solares. Además, facilita la fotólisis del agua, produciendo oxígeno e hidrógeno, un combustible limpio, conocido como *El Combustible del Futuro*. El hidrógeno es fundamental para una economía sostenible, un vector energético versátil para celdas de combustible, almacenamiento y transporte, sustituyendo a los combustibles fósiles. Este estudio presenta modificaciones en la producción del nano-óxido de TiO_2 electrolítico según patente cubana ***CU-24436,* 2019**, lo que la hace más versátil. También caracteriza la estructura del nano-óxido de TiO_2, lo que permite optimizar la generación de energía solar y la producción de hidrógeno. El Difractograma de Rayos X permite considerar que la anatase es la estructura predominante. Además, el Análisis Termogravimétrico permite suponer que hay una gran cantidad de –OH en la superficie de la nano-partícula. Todo esto contribuye a mejorar la conversión de energía luminosa en energía eléctrica, facilitando así, su futura aplicación.

Palabras clave: TiO_2 nanoestructurado, fotocatálisis, energía solar, fotólisis del agua, hidrógeno.

ABSTRACT

TiO_2 is a semiconductor oxide with photocatalytic properties. Its nanostructured form makes it crucial for renewable energy production. Improving its synthesis is key to the efficiency of solar cells and hydrogen production via water photolysis. The nanostructure maximizes the surface area, allowing for increased conversion of solar energy into electricity in solar cells. Furthermore, it facilitates water photolysis, producing oxygen and hydrogen, a clean fuel known as the Fuel of the Future. Hydrogen is fundamental to a sustainable economy, a versatile energy carrier for fuel cells, storage, and transportation, replacing fossil fuels. This study presents modifications to the

production of electrolytic TiO_2 nano-oxide according to Cuban patent CU-24436, 2019, making it more versatile. It also characterizes the structure of the TiO_2 nano-oxide, allowing for the optimization of solar energy generation and hydrogen production. The X-ray diffractogram indicates that anatase is the predominant structure. Furthermore, thermogravimetric analysis suggests a high concentration of –OH groups on the nanoparticle's surface. This contributes to improved conversion of light energy into electrical energy, thus facilitating its future applications.

Keywords: Nanostructured TiO_2, photocatalysis, solar energy, water photolysis, hydrogen.

INTRODUCCIÓN

Ante la crisis energética y el cambio climático, la energía solar fotovoltaica destaca por reducir emisiones, contaminación y dependencia de combustibles fósiles (Villagram *et al*., 2025). Aunque las celdas de silicio han dominado el mercado por su eficiencia y estabilidad (Fthenakis Vasilis, 2025), tecnologías emergentes como las celdas de capa delgada (CdTe o CIGS) (Sivasankar *et al.*, 2025) y, especialmente, las celdas nanoestructuradas ofrecen ventajas en absorción de luz, flexibilidad y reducción de costos (Maoz *et al*., 2025). En este contexto, los óxidos semiconductores nanoestructurados han cobrado interés por sus propiedades ópticas y electrónicas a escala nanométrica (Fernandez-Garcia *et al.*, 2004), catalizadores de alto rendimiento que puedan mejorar la eficiencia del proceso de producción de biodiésel (Yang y Yu, 2023), siendo uno de estos el dióxido de titanio (TiO_2), aunque persiste el reto de desarrollar métodos de síntesis económicos y escalables (Hamrayev, 2024). En la Universidad de La Habana, se ha patentado un método electroquímico simple y de bajo consumo para obtener nanopartículas de TiO_2, complementando investigaciones previas con materiales comerciales en el campo de celdas nanoestructuradas (Gutiérrez-Tauste *et al.*, 2005).

Objetivo: Obtener el polvo electroquímico en fotoelectrodos en celdas solares fotoelectroquímicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención del TiO_2: se realizó mediante el método electroquímico descrito en la patente cubana CU-24436, 2019. Como ánodo se empleó una barra de aleación de titanio (Ti-Moa), cuya composición fue reportada por Bazán Bravo (Bazán Bravo *et al.*, 2015), mientras que el cátodo fue una placa de acero inoxidable alto en cromo (composición también reportada por Bazán). Antes de la electrólisis, el ánodo se desengrasó con etanol y se sometió a un ataque superficial con ácido fluorhídrico para eliminar la capa de óxido espontáneo. La celda consistió en un vaso de precipitados de 800 mL con agitación magnética, y el electrolito fue una mezcla hidroalcohólica butanol-agua (1:9) con NaCl 0,23 M y dodecilsulfato de sodio (SDS) 1,44 g/L como tensoactivo.

Se realizaron cuatro electrólisis, cada una de 48 h, manteniendo una corriente constante de 1 A y un voltaje final de 15 V. El producto coloidal obtenido se sometió a trece lavados con agua destilada hasta alcanzar un pH ≈ 5,6, una conductividad de 6,7 µS/cm (inferior al límite de

100 µS/cm) y una prueba negativa de cloruros con nitrato de plata. El sólido decantado se secó en estufa con un régimen escalonado (60, 80, 100 y 120 °C, con tiempos de 30 a 60 min), obteniéndose 4,28 g de polvo de TiO_2 blanco con ligera tonalidad gris.

Caracterización del TiO_2: La caracterización de los polvos (tanto el obtenido electrolíticamente como el comercial Degussa P25): se realizó con diversas técnicas. La difracción de rayos X (DRX) se efectuó en un difractómetro Rigaku Ultima IV con radiación Cu Kα (λ = 0,154056 nm) en el rango 2θ = 20-70°, empleando la ecuación de Scherrer para estimar el tamaño de cristalita (Lindgren *et al.,* 2003). La morfología y el tamaño de partícula se observaron mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) en un equipo Hitachi SU-5500.

Fabricación de fotoelectrodos: Se prepararon suspensiones coloidales siguiendo el método de Nazeeruddin (Nazeeruddin *et al.,* 2014). Cada polvo (1,5 g) se maceró en mortero de ágata y se mezcló con acetilcetona, agua destilada y Triton X-100. El polvo electrolítico requirió un tiempo de desagregación entre un 40 y un 60 % superior al del Degussa P25 debido a sus mayores conglomerados. Las suspensiones se depositaron sobre sustratos de vidrio conductor (FTO) y vidrio óptico no conductor mediante la técnica de Doctor Blade, utilizando cintas adhesivas como espaciadores y un rodillo para extender la capa de forma homogénea.

Las capas depositadas se caracterizaron ópticamente por espectroscopía UV-Vis en un espectrómetro Rayleigh UV-2601 (rango 310-800 nm). La respuesta fotoelectroquímica se evaluó en una celda PEC (Photoelectrochemistry Cell) utilizando como electrolito Na_2SO_4 0,1 M (pH ≈ 6). El fotoelectrodo de TiO_2 fue el electrodo de trabajo, un alambre de platino actuó como contraelectrodo, y el montaje se colocó en una cubeta de cuarzo. La iluminación provino de una lámpara UV de mercurio estabilizada, enfocada mediante lentes de cuarzo. Un fotodiodo calibrado permitió garantizar la misma intensidad luminosa en todas las mediciones. Las corrientes de cortocircuito se registraron con un multímetro Agilent 34410A mientras se sometía la celda a ciclos de oscuridad (2 min) e iluminación (4 min).

Análisis de los datos: Las señales fueron capturadas mediante grabación de pantalla y posteriormente procesadas con el programa OriginPro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio comparativo entre el TiO_2 nanoestructurado obtenido por vía electrolítica (según patente cubana) y el comercial Degussa P25 reveló diferencias estructurales, morfológicas y electroquímicas significativas, evaluadas mediante difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y mediciones de fotocorriente en celdas fotoelectroquímicas (PEC).

En la figura 1.1 se observan las gráficas del análisis por Difracción de Rayos X, se identificó que el polvo sintetizado electroquímicamente es nanocristalino y presenta una mezcla de tres fases cristalinas: anatasa, brookita y rutilo, siendo la anatasa y la brookita las predominantes. En contraste, el polvo comercial Degussa P25 mostró solo las fases anatasa y rutilo, coherente con lo reportado en la literatura (Ortega-Díaz *et al.,* 2020). Mediante la ecuación de Scherrer, se estimó el tamaño de cristalita para la brookita del TiO_2 electrolítico en 11 ± 2 nm. Para el Degussa P25, los tamaños fueron de 23 ± 3 nm para la anatasa y 35 ± 3 nm para el rutilo, indicando un mayor orden y menor densidad de defectos en el material comercial.

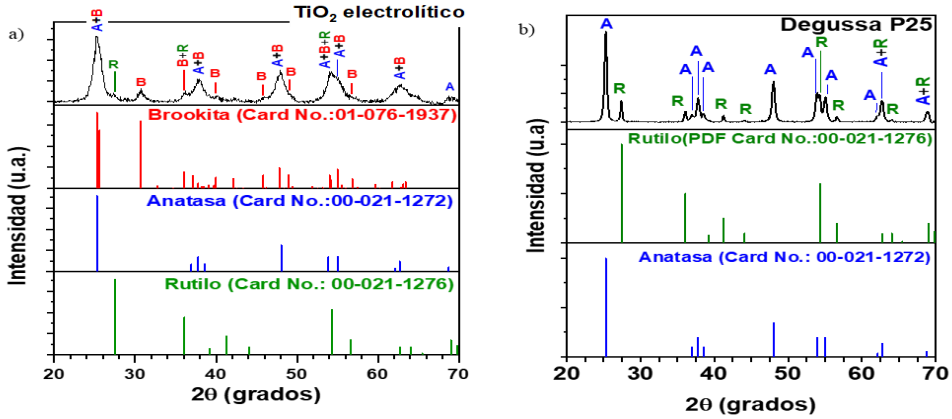
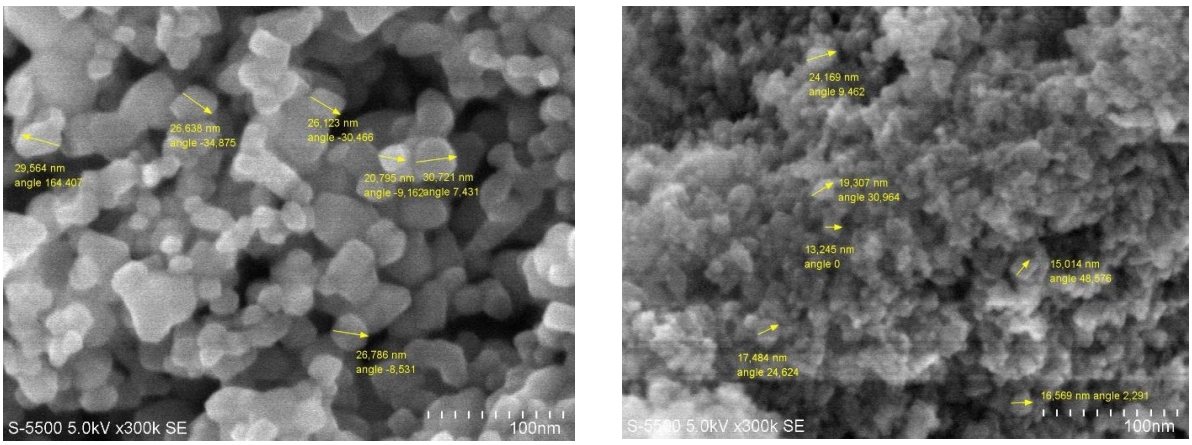


Figura 1. Identificación de picos en los difractogramas de TiO2 electrolítico (izquierda) y Degussa P25 (derecha) en 20-70° 2θ, junto a los patrones estándar de brookita (PDF 01-076-1937), anatasa (00-021-1272) y rutilo (00-021-1276) para el primero, y solo anatasa y rutilo para el segundo

La Microscopía Electrónica de Barrido figura 2 complementó estos hallazgos al revelar diferencias morfológicas notables. El polvo comercial presenta partículas bien definidas, con geometrías esféricas y alargadas, un alto orden cristalino y tamaños de grano entre 20 y 31 nm, con buena separación entre partículas. En cambio, el TiO_2 electrolítico mostró una marcada tendencia a la aglomeración, formando agregados esferoidales y multiformes de entre 13 y 24 nm, lo que dificultó la visualización individual de los cristales. Esta aglomeración se atribuyó al proceso de secado aplicado, que induce la agregación de partículas.



(a) (b)

Figura 2: Imágenes SEM de los polvos nanométricos: (a) Degussa P-25 y (b) TiO_2 electrolítico.

El análisis de la medición de corriente de cortocircuito figura 3, realizado en celdas fotoelectroquímicas bajo iluminación UV y ciclos de oscuridad-iluminación, constituyó la evaluación más relevante del rendimiento fotoeléctrico. Los resultados mostraron una disparidad notable: el fotoelectrodo de Degussa P25 alcanzó una fotocorriente de aproximadamente 180 µA, mientras que el de TiO_2 electrolítico apenas llegó a 11 µA (cuatro veces menor). Esta diferencia se explica por la competencia entre generación y recombinación de portadores de carga, fuertemente influenciada por la calidad estructural.

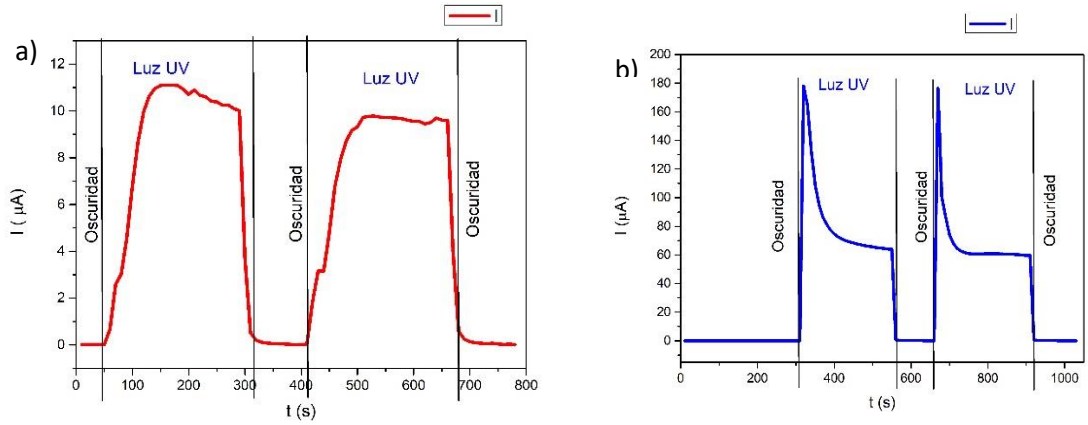


Figura 3: Comportamiento de la corriente en función del tiempo para el TiO_2 electrolítico (a) y del Degussa P25 (b).

El Degussa P25, con su alta cristalinidad, pocos defectos y partículas de anatasa de mayor tamaño, facilita la separación de cargas, reduce la recombinación electrón-hueco y logra un mejor sellado del sustrato conductor (FTO), evitando sitios de recombinación parásita. Por el contrario, el TiO_2 electrolítico, con menor orden cristalino, mayor densidad de grupos –OH superficiales (evidenciada por FTIR y ATG) y aglomeraciones, presenta numerosos centros de recombinación que anulan la fotocorriente generada. En consecuencia, el Degussa P25 demostró ser muy superior en la conversión de energía lumínica UV en corriente eléctrica, posicionándose como mejor opción para futuras aplicaciones fotoelectroquímicas.

CONCLUSIONES

Las estructuras cristalinas principales en el nanopolvo de TiO_2 obtenido por vía electrolítica son la anatasa y broquita, mientras que para el polvo Degussa P25 son la anatasa y el rutilo. Se estimó mediante la ecuación de Sherrer el tamaño de la cristalita de las fases, dando como resultado para el pico de brookita es de 11±2 nm, para el pico de anatasa en el Degussa P25 es 23 ± 3 nm, y para el pico de rutilo en el Degussa P25 es de 35 ± 3 nm. Los tamaños de los granos observados en el SEM se encuentran entre los 13 y 24 nm para el polvo electrolítico y entre los 20 a 31 nm para el polvo comercial Degussa P25. Se midió la corriente de corto circuito de ambos polvos resultando en una corriente superior del polvo comercial Degussa P25 ante el electrolítico debido a su alto orden cristalino (11 µA para el polvo electrolítico y 180 µA para el Degussa P25), lo cual supone al Degussa P25 como mejor opción para futuras aplicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Bazán Bravo, L. 2015. Síntesis del polvo nanométrico de TiO2 y del composite TiO2/Ag. Estudio de la actividad fotocatalítica en la degradación del colorante violeta genciana y antimicrobiana frente a diferentes bacterias. *Tesis de diploma, Universidad de la Habana, Facultad de Química,* : p. 27.

Fernandez-Garcia, M. et al. 2004. Nanostructured oxides in chemistry: characterization and properties. Chemical reviews, 104(9): 4063-4104.

Fthenakis Vasilis, M. 2025. Status and outlook of solar photovoltaics. Energy and Climate Change. p. 225-249.

Gao, P., M. Grätzel, and M.K. Nazeeruddin. 2014. Organohalide lead perovskites for photovoltaic applications. Energy & Environmental Science, 7(8): p. 2448-2463.

Gutiérrez-Tauste, D., et al 2005., New low-temperature preparation method of the TiO2 porous photoelectrode for dye-sensitized solar cells using UV irradiation. Journal of photochemistry and photobiology A: chemistry, 175(2-3): 165-171.

Hamrayev, H., S. Korpayev, y Shameli, K. 2024. Advances in synthesis techniques and environmental applications of TiO2 nanoparticles for wastewater treatment: a review. Journal of Research in Nanoscience and Nanotechnology, 12(1): 1-24.

Lindgren, T., et al. 2003. Photoelectrochemical and optical properties of nitrogen doped titanium dioxide films prepared by reactive DC magnetron sputtering. The Journal of Physical Chemistry B, 107(24): 5709-5716.

Maoz, M., et al. 2025. Recent advances in flexible solar cells; materials, fabrication, and commercialization. Sustainability, 17(5): 1820.

Ortega-Díaz, D., et al. 2020. Preparation of nanoparticulate TiO2 containing nanocrystalline phases of anatase and brookite by electrochemical dissolution of remelted titanium components. Arabian journal of chemistry, 13(1): 2858-2864.

Sivasankar, S.M., C. de Oliveira Amorim, da Cunha, A.F. 2025. Progress in thin-film photovoltaics: A review of key strategies to enhance the efficiency of CIGS, CdTe, and CZTSSe solar cells. Journal of Composites Science, 9(3): 143.

Villagran, E., et al. 2025. Use of Lighting Technology in Controlled and Semi-Controlled Agriculture in Greenhouses and Protected Agriculture Systems—Part 1: Scientific and Bibliometric Analysis. Sustainability, 17(4): p. 1712.

Yang, G.; Yu, J. 2023. Advancements in Basic Zeolites for Biodiesel Production via Transesterification. Chemistry, 5: 438–451.

EXPERIENCIA DE TRABAJO SOBRE TEMAS DE GÉNERO EN EL PROYECTO IRES Y LA UNIVERSIDAD DE VILLA CLARA

WORK EXPERIENCE ON GENDER ISSUES IN THE IRES PROJECT AND THE UNIVERSITY OF VILLA CLARA

Georgina Castro Acevedo[2], Annia Martinez Massip[2], Melissa Cardenas Toboso[2*], Nadia B. Carbonell Santana[1], Massiel Rigñack Fraga[1]

[1]*Proyecto IRES, Cuba.*

[2]*Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba.*

Autor para correspondencia: melyk81@gmail.com

RESUMEN

Estudios de género en las áreas de implementación de IRES constatan avances significativos en la participación y el protagonismo de las mujeres en las esferas económica, social y política; sin embargo, siguen enfrentando problemas de desigualdades de género relacionadas con normas culturales, responsabilidades en el hogar y efectos del cambio climático. Uno de los objetivos del proyecto es, a través de un plan de acción de género, la eliminación de las brechas de género, así como el empoderamiento de la mujer y su incorporación de forma equitativa a los procesos de desarrollo a lo largo de todo el proyecto. Para lograr este objetivo se trabaja con el acompañamiento de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, que brinda formación y apoyo científico técnico en las áreas del proyecto. Se realizaron encuestas, entrevistas e intercambio con productoras. Se concluye que existen brechas en el acceso y control de recursos entre beneficiadas directas, indirectas y beneficiados directos, necesidad de capacitación en temas de género, y el trabajo de la mujer es subvalorado. Las principales brechas de género en las áreas de implementación incluyen la división sexual del trabajo y la responsabilidad social y familiar conjunta. De manera general, las mujeres son más vulnerables al cambio climático que los hombres; estas permanecen en las comunidades para cuidar de los(as) ancianos(as), los(as) hijos(as) y las personas con discapacidad. Estas vulnerabilidades se exacerban con los efectos del cambio climático como son la falta de agua, baja agroproducción y aumento de plagas y enfermedades.

Palabras clave: mujeres, cambio climático, brechas de género.

ABSTRACT

Gender studies in the areas of IRES implementation confirm significant advances in the participation and leadership of women in economic, social, and political spheres; however, they continue to face gender inequality issues related to cultural norms, household responsibilities, and the effects of climate change. One of the project's objectives is to eliminate gender gaps through a gender action plan, as well as to empower women and ensure their equitable inclusion in

development processes throughout the project. To achieve this objective, we work with the support of the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, which provides training and scientific-technical support in the project's areas. Surveys, interviews, and exchanges with female producers were conducted. It is concluded that there are gaps in access to and control of resources among direct beneficiaries, indirect beneficiaries, and direct male beneficiaries, as well as a need for training on gender issues, and that women's work is undervalued. The main gender gaps in the implementation areas include the sexual division of labor and joint social and family responsibilities. In general, women are more vulnerable to climate change than men; they remain in communities to care for the elderly, children, and people with disabilities. These vulnerabilities are exacerbated by the effects of climate change, such as water scarcity, low agricultural production, and increased pests and diseases.

Key words: women, climate change, gender gaps.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático exacerba las desigualdades preexistentes, y las brechas de género representan uno de los desafíos más urgentes en las comunidades vulnerables. Las mujeres, en particular, enfrentan barreras estructurales que limitan su acceso a recursos, toma de decisiones y oportunidades de adaptación, lo que incrementa su exposición a los impactos ambientales. En el marco del proyecto IRES, resulta indispensable comprender cómo estas dinámicas se manifiestan localmente para diseñar intervenciones que no solo disminuyan los riesgos climáticos, sino que también promuevan la equidad de género como eje transversal del desarrollo sostenible, lo que conlleva a la siguiente situación problémica: ¿Cómo mitigar las brechas de género en comunidades vulnerables al cambio climático bajo el proyecto IRES en Villa Clara y Matanzas en el 2026?

Objetivo: Diseñar un plan de acción para reducir las brechas de género y promover el empoderamiento femenino, a partir de un diagnóstico riguroso de las desigualdades, identificando las áreas críticas donde las mujeres son sistemáticamente excluidas o invisibilizadas. Se consideran tres brechas de género fundamentales para la evaluación de la resiliencia climática: la brecha cognoscitiva, la brecha productiva y la brecha de empleo. Este análisis permite fundamentar estrategias de intervención con base empírica y pertinencia cultural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y contexto: Investigación cualitativa desarrollada en los municipios de Quemado de Güines, Corralillo y Santo Domingo (Villa Clara y Matanzas) como parte del proyecto IRES.

Instrumentos aplicados: Se utilizaron los siguientes instrumentos convencionales:

1. Guía de entrevista estructurada
2. Guía de entrevista no estructurada
3. Guía del grupo focal o intercambios con las mujeres beneficiadas directas de IRES

4. Análisis conversacional
5. Guía de observación no participante y no estructurada
6. Análisis de contenido

Procedimiento: Se aplicaron las técnicas durante el primer semestre de 2026 con el acompañamiento de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Los datos fueron procesados mediante triangulación y análisis temático (Alejandro *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres pilares de la reducción de las brechas de género en la resiliencia climática en IRES-Villa Clara/Matanzas (liderazgo femenino, mujeres beneficiadas y contribuciones de las Mujeres-IRES) presentan los siguientes resultados:

> Se identifica un total de 28 lideresas desde las instituciones participantes en el grupo focal y las mujeres beneficiadas entrevistadas: 11 en Quemado de Güines, 8 en Corralillo y 9 en Santo Domingo.

El proceso de reducción de las brechas de género se evalúa de estancado con tendencia a mediano plazo de avances moderados, a partir de las fortalezas logradas y las limitaciones por enfrentar.

Fortalezas: No se identifican retrocesos y cuenta con posibilidades a mediano plazo de avanzar, de manera moderada, porque posee las siguientes fortalezas:

Liderazgo femenino: Cada municipio cuenta con una propuesta amplia de lideresas, elegida por varios criterios diversos.

Mujeres beneficiadas: El proyecto IRES-Villa Clara/Matanzas constituye una plataforma integral de facilitación de recursos claves (conocimientos, recursos tecnológicos, empleos/ingresos, reconocimientos, apoyo) para empoderar a las mujeres, reducir las brechas de género y potenciar la equidad de género. Se registran 724 mujeres beneficiadas, directa o indirectamente, con acceso a diversos tipos de recursos (sin contar las capacitadas), algunas de ellas reciben de 2 a 3 recursos en IRES-Villa Clara. Se destaca la presencia de 20 mujeres beneficiarias directas con tenencia en IRES-Villa Clara.

Contribuciones de las Mujeres-IRES: El proyecto IRES-Villa Clara/Matanzas constituye un valioso y reconocido espacio, por las mujeres, para discutir los temas de resiliencia climática con enfoque de género. Se reconoce la participación de las mujeres en la ejecución de actividades y en la toma de decisiones en IRES en los 4 municipios. Escasa identificación de necesidades, aspiraciones y metas con la corresponsabilidad familiar y laboral, los feminismos y el uso equitativo del tiempo. Las mujeres en instituciones académicas, educativas o gubernamentales municipales defienden su aporte a la resiliencia climática desde un enfoque de género.

Planificación y organización del proceso de reducción de brechas de género en IRES: Se denota compromiso, voluntad y empatía en la Unidad Provincial de Gestión del Proyecto y en las unidades municipales en torno a cumplir con las metas de género. Las unidades de gestión tienen capacidad de movilización y convocatoria para la implicación de los actores sociales en el tema de género.

Limitaciones: Tampoco se califica como un proceso avanzado porque no ha logrado reducir las brechas de género y enfrenta aún las siguientes limitaciones en el proceso de reducción:

Liderazgo femenino: Se denota una idea dispersa y general en la definición de liderazgo femenino. Los criterios de selección de las lideresas elegidas por la muestra del estudio son divergentes y con nociones conceptuales primarias o reducidas. Se identifican tres propuestas de lideresas, con bajo nivel de coincidencias, entre: IRES, la institucionalidad municipal y las mujeres beneficiadas. El papel del liderazgo femenino no se percibe elevado, ni se manifiestan evidencias en el mejoramiento de las capacidades resilientes comunitarias para mitigar los efectos del cambio climático. No se identifica aún la presencia de un liderazgo femenino colectivo.

Mujeres beneficiadas: El número de mujeres beneficiadas directas se encuentra muy por debajo del total de mujeres beneficiadas indirectas y de hombres beneficiados directos. Se denota desconocimiento, confusión o desvalorización de la relación conceptual estrecha entre beneficiadas directas y mujeres que controlan, se responsabilizan y usan frecuentemente el recurso adquirido; así como, beneficiadas indirectas y mujeres que usan poco o no el recurso adquirido y se benefician a través de terceros/as o beneficiados/as directos/as. Esta última instituye una clásica expresión de sumisión y, por tanto, de desigualdad o brecha de género (Unidad Provincial de Gestión del Proyecto IRES, 2025).

Contribuciones de las Mujeres-IRES: No prevalecen, pero sí son significativas algunas posturas de hembrismo banal que reproduce patrones sexistas del patriarcado, tanto en la toma de decisiones como en la ejecución de actividades.

CONCLUSIONES

A través de la experiencia de trabajo, se ha podido observar un avance en la reducción de las brechas de género en IRES-Villa Clara/Matanzas, aunque el proceso se encuentra estancado y con perspectivas de progreso moderado a mediano plazo. Este estancamiento, sin embargo, no implica retrocesos, ya que cada municipio ha fortalecido su propuesta de lideresas y ha identificado la necesidad urgente de potenciar el liderazgo femenino para contribuir a la resiliencia climática. Se han logrado garantizar facilidades en el acceso y control de recursos, aumentando el número de mujeres beneficiadas, tanto directa como indirectamente. No obstante, persisten limitaciones significativas, como la falta de una estrategia clara para fortalecer el liderazgo femenino en este ámbito, así como una brecha en el acceso a recursos que afecta a las beneficiadas. Además, se evidencian carencias en la formación sobre resiliencia climática para mujeres y confusiones en torno a las contribuciones de las Mujeres-IRES en el sector agroforestal, lo que resalta la necesidad de continuar trabajando en estos aspectos para lograr un impacto más significativo y duradero.

BIBLIOGRAFÍA

Alejandro, M., Dacal, A., Figueredo, J., Inerarity, J., Mirabal, A. & Romero, M. I. 2012. Concepción y metodología de la educación popular: guía para coordinadores y coordinadoras de grupo. Editorial Caminos.

Unidad Provincial de Gestión del Proyecto IRES. 2025. Informe de progreso de mitad del año. s.e.

APORTES DE LA MUJER A LA PRODUCCION DE ALIMENTOS EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES INDIO HATUEY

CONTRIBUTIONS OF WOMEN TO FOOD PRODUCTION AT THE INDIO HATUEY PASTURE AND FORAGE EXPERIMENTAL STATION

Ediel Corzo Rodríguez*, Saray Sánchez Cárdenas, Kirenia Hernández Herrera

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPF-IH), Cuba
Autor para correspondencia: ediccorzo@gmail.com

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo: Caracterizar la participación de la mujer y su contribución, a través del vínculo de la ciencia, tecnología e innovación, a la producción sostenible de alimentos en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey* (EEPF-IH). Para ello, se consultaron fuentes bibliográficas y documentos institucionales, se recopiló y analizó información estadística sobre el comportamiento de la fuerza laboral y las producciones agrícolas, se empleó la observación participante y se realizaron entrevistas a cuadros e investigadores. A pesar de que las mujeres representan aproximadamente el 37 % de la fuerza laboral, su participación en las actividades científico-productivas y conducción de los procesos constituye una fortaleza institucional. Su presencia es cada vez mayor en los órganos de dirección administrativos y científicos, como líder de proyectos de I+D+i, ejerciendo un liderazgo transformador en la gestión de la ciencia y toma de decisiones. A partir del trabajo sostenido por ambos sexos, con especial énfasis en los roles asumidos por la mujer (decisoras, en la producción científica y agropecuaria, y extensionistas), unido al fortalecimiento de capacidades y facilitación de oportunidades, la institución ha obtenido resultados significativos en las producciones de alimentos. Se concluye que la EEPF-IH ha contribuido, desde el quehacer científico agropecuario, a la promoción de los sistemas alimentarios sostenibles, soberanos, resilientes y equitativos con el fortalecimiento del papel de la mujer en la ciencia, tecnología e innovación.

Palabras clave: participación de la mujer, liderazgo, ciencia, innovación, sistemas alimentarios.

ABSTRACT

The research aimed to characterize women's participation and contribution, through the link between science, technology, and innovation, to sustainable food production at the *Indio Hatuey* Pasture and Forage Experimental Station (EEPF-IH). To this end, bibliographic sources and institutional documents were consulted, statistical information on workforce behavior and agricultural production was compiled and analyzed, participant observation was employed, and interviews were conducted with managers and researchers. Although women represent approximately 37 % of the workforce, their participation in scientific and productive activities and in the management of processes constitutes an institutional strength. Their presence is increasingly felt in administrative and scientific leadership bodies, as leaders of R&D&I projects, exercising transformative leadership in science management and decision-making. Through sustained efforts by both sexes, with a special emphasis on the roles assumed by women

(decision-makers, in scientific and agricultural production, and extension agents), coupled with capacity building and the facilitation of opportunities, the institution has achieved significant results in food production. It is concluded that the EEPF-IH has contributed, through its agricultural and scientific work, to the promotion of sustainable, sovereign, resilient, and equitable food systems by strengthening the role of women in science, technology, and innovation.

Key words: women's participation, leadership, science, innovation, food systems.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, a través de la historia, las mujeres han jugado un importante papel, acentuado por el triunfo de la Revolución, que potenció la creación de condiciones para la equidad en el desarrollo social, creándose en 1960 la Federación de Mujeres Cubanas (FMC), organización que desde sus inicios se propuso transformar la mentalidad discriminatoria hacia la mujer y constituirlas en sujetos activos de transformación social (Benítez-Fernández *et al.*, 2021). Su presencia e influencia se extiende a todos los sectores de la sociedad, donde existen desde las bases legales muy bien establecidos los roles y papel que desempeñan en el desarrollo económico, político, ambiental y sociocultural del país, el territorio, el municipio y la comunidad (Piñeiro, Fundora y Alonso, 2022). En la producción de alimentos, reconocida como objetivo estratégico nacional, la mujer representa una reserva con alto potencial.

La Estrategia de Desarrollo Municipal de Perico tiene a la producción alimentaria como su primera línea estratégica y cuenta con una actualización de enfoque de género, indispensable para el desarrollo territorial.

Objetivo: Caracterizar la participación de la mujer y su contribución, a través del vínculo de la ciencia, tecnología e innovación, a la producción sostenible de alimentos en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey* (EEPF-IH).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio. La investigación se desarrolló en la EEPF-IH, Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación adscripta a la Universidad de Matanzas, ubicada en el municipio de Perico, provincia Matanzas, entre los años 2023 y 2025.

Se consultaron fuentes bibliográficas relacionadas con la temática; se recopiló y analizó información estadística procedente de dos departamentos: comportamiento de la fuerza laboral (Recursos Humanos) y comportamiento de las producciones agrícolas (Gestión Agropecuaria); se consultaron documentos institucionales como el Balance Anual del proceso Ciencia, Tecnología e Innovación (2023-2025) y la Estrategia de Igualdad de Género de la EEPF-IH (2020-2030). Se empleó la observación participante y se realizaron entrevistas a cuadros e investigadores, para una comprensión más integral de la participación y protagonismo de la mujer, desde la ciencia, tecnología e innovación en la producción, implicados en los sistemas alimentarios locales, con la implementación de la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (Ley SSAN).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La EEPF-IH ha contribuido, durante décadas, "*al desarrollo local sostenible a través de modelos agroecológicos"*, donde la mujer ha ejercido un papel protagónico.

La Estación dispone de su Estrategia de Género, la cual promueve la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres, orientada a su liderazgo y contribución al desarrollo de los sistemas alimentarios equitativos, sostenibles, soberanos y resilientes.

La institución posee, al cierre de diciembre de 2025, un total de 344 trabajadores, de ellos 127 mujeres (37 %). La composición de la fuerza laboral de los años en que se desarrolla la investigación, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición de la fuerza laboral.

	Años					
	2023		**2024**		**2025**	
Categoría ocupacional	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Obreros	149	7	137	10	137	16
Técnicos	43	67	42	66	38	66
Investigadores	16	18	15	14	17	15
Servicios	21	26	19	24	21	22
Cuadros	5	6	5	7	4	8
Total	**234**	**124**	**218**	**121**	**217**	**127**

Fuente: Departamento de Recursos Humanos

La participación de la mujer en las diferentes actividades científico-productivas y conducción de los procesos constituye una de las fortalezas de la institución.

Se evidencia que la presencia femenina es cada vez mayor en los cargos de dirección, con un marcado liderazgo en la gestión de la ciencia y toma de decisiones, en la elaboración de estrategias y políticas científicas. El 66.67 % de los cuadros son féminas, ejerciendo un liderazgo transformador, innovador, creativo, con autenticidad y optimismo, a tono con la realidad cubana actual. Los procesos operacionales (Ciencia, Tecnología e Innovación, Internacionalización y Gestión Empresarial, y Formación Académica) y de apoyo (Contable Financiero, Recursos Humanos y subprocesos logísticos) son liderados por mujeres.

Categorías ocupacionales como técnicos y servicios muestran una tendencia estable y de predominio femenino; mientras los investigadores han disminuido si se tiene en cuenta la cifra de 2023, donde las mujeres representaban el 53 %, contra el 47 % a finales de 2025. Por su parte, la categoría ocupacional obreros mantiene una fuerte presencia masculina, ya que tradicionalmente estas plazas han sido ocupadas por hombres.

Como tarea de prioridad institucional destaca el impulso a la producción de alimentos de forma sostenible, mediante el vínculo de la ciencia, tecnología e innovación, en la búsqueda de soluciones factibles a problemáticas que aquejan al sector agropecuario, con resultados de gran impacto socioeconómico y medioambiental.

En este sentido, durante el año 2025 se trabajó en 11 proyectos internacionales y 28 proyectos nacionales, sectoriales y territoriales, que han permitido el fortalecimiento de capacidades locales, la adquisición de equipos tecnológicos y la mejora de los sistemas alimentarios, con un impacto positivo en las comunidades vinculadas a las transformaciones (Sánchez, 2025). La cantidad de proyectos nacionales en sectores estratégicos liderados por mujeres ha aumentado de 4 (2023) a 9 (2024) e igual cifra (9) en 2025, tres de ellas son cuadros.

La mujer asume múltiples roles:

- ✓ Decisoras: se desempeñan como cuadros, líderes de proyectos de I+D+i nacionales e internacionales, jefas de grupos de investigación.
- ✓ En los órganos de dirección (administrativos y científicos): constituyen mayoría en el Consejo de Dirección (61.53 %), Consejo Técnico Asesor (55.2 %) y una alta representación en el Consejo Científico (47.4 %).
- ✓ Producción científica: realizan investigaciones que abarcan diferentes líneas, que incluyen los recursos fitogenéticos multipropósito, la nutrición, reproducción y salud animal, producción agrícola integral, residuales y bioenergía, y el sistema de desarrollo local; mediante el trabajo en equipo, con el aporte de soluciones novedosas, el desarrollo de nuevas tecnologías y productos derivados del conocimiento y la innovación, que inciden directamente en la alimentación humana (producciones agropecuarias) y animal (ensilajes, henos, harinas). Divulgación de los resultados científicos.
- ✓ Producción agropecuaria: integra las producciones agrícolas y pecuarias. La producción agrícola está vinculada al trabajo propio del campo como la recogida de frutas, siembra, establecimiento de plantas y manejo de los cultivos, dentro de la institución.
- ✓ En el caso del organopónico *El Cacique*, realizan tareas como la preparación manual de la tierra y la atención a los cultivos (siembra, fertilización, riego y cosecha).
- ✓ La producción pecuaria resume el trabajo realizado en áreas como la vaquería (labores de higiene y limpieza de áreas de ordeño y recepción y entrega de la leche, la higiene de los terneros y los establos de la nave) y nave de los carneros (laboran en la limpieza en general de la nave y vela por el estado de los animales, la alimentación y salud de los ovinos). Rompiendo estereotipos de género, una mujer es la encargada de suministrar los postes de marabú que son utilizados en el cercado de las áreas de la Estación.
- ✓ Extensionistas: interrelación entre la producción científica y la producción agropecuaria. La extensión de las tecnologías (IHPlus® BF, abonos maduros) y buenas prácticas agrícolas (uso de plantas repelentes, meliponicultura, rotación de cultivos) a los productores locales.

Por su parte, el fortalecimiento de capacidades (talleres, cursos) y facilitación de oportunidades (producción comunitaria, municipal y provincial) ha favorecido el empoderamiento y la calidad de vida de las mujeres.

A partir del trabajo sostenido por ambos sexos, con énfasis en la interrelación existente entre los roles asumidos por la mujer, la EEPF-IH ha obtenido resultados significativos en las producciones agrícolas (tabla 2) y pecuarias.

Tabla 2. Comportamiento de las producciones agrícolas (2023-2025) U/M: kg.

Cultivo	**2023**	**2024**	**2025**
Hortalizas	17 153.5	16 650.8	17 281
Viandas	30 806	34 750	17 908
Granos	17 626	37 369.01	36 212
Frutas	8 737	950	20 557
Total General	**74 322.5**	**89 719.81**	**91 958**

Fuente: Departamento de Gestión Agropecuaria

La innovación enfocada hacia el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria encuentra uno de sus fundamentos claves en la agroecología (Reyes, Leyva y Rosales, 2021). Se aprecia el aumento y diversificación de las producciones agrícolas, sustentadas en prácticas agroecológicas.

Analizando el comportamiento de las producciones, cultivos como los granos y hortalizas exhiben un balance positivo en el transcurso de los años en contexto, mientras que las viandas decrecen considerablemente en el año 2025, que representa una disminución de casi la mitad de sus producciones respecto a 2024, a causa de una menor área sembrada de papa. Las frutas, con producciones muy bajas en 2024, aparecen entre los mejores resultados del área en 2025, con un aumento de más de 19 000 kg, debido a la incorporación de la fruta bomba. Los granos durante los dos últimos años, se consolidan como los cultivos de mayor estabilidad, estimulados por la producción de arroz.

Merece especial reconocimiento el organopónico *El Cacique* por sus aportes a una alimentación sana, balanceada y nutritiva, con producciones frescas, que van "*de la tierra a la mesa.*" En tal sentido, la participación de mujeres fue superior a los hombres.

Las producciones son destinadas, fundamentalmente, al autoconsumo, garantía permanente del funcionamiento del comedor obrero; y a la realización de las ferias agropecuarias tanto en la institución como en Demarcaciones del municipio, en conjunto con otras entidades y productores. En variadas ocasiones se ha efectuado la venta de arroz y papa a los trabajadores, con precios módicos.

En 2025, el Departamento de Gestión Agropecuaria, encabezado por una joven fémina, alcanzó resultados productivos superiores a los de años precedentes. En entrevista concedida, cuenta que esta institución, por más de 20 años, le ha permitido su superación personal y profesional, se

siente respetada y valorada por sus compañeros de trabajo y colectivo laboral en general. Muestra disposición para enfrentar los nuevos desafíos y ratifica su compromiso de elevar las producciones como aporte a la soberanía alimentaria que se aspira.

CONCLUSIONES

La EEPF-IH ha contribuido, desde el quehacer científico agropecuario, a la promoción de los sistemas alimentarios sostenibles, soberanos, resilientes y equitativos con el fortalecimiento del papel de la mujer en la ciencia, tecnología e innovación.

BIBLIOGRAFÍA

Benítez-Fernández, B., Crespo-Morales, A., Casanova, C., Méndez-Bordón, A., Hernández-Beltrán, Y., Ortiz-Pérez, R., Acosta-Roca, R. & Romero-Sarduy, M.I. 2021. Impactos de la estrategia de género en el sector agropecuario, a través del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL). Cultivos Tropicales; 42 (1).

Piñeiro Coronado, S., Fundora, Y. & Alonso Acosta, L. 2022. Diagnóstico del enfoque de género en los modos de hacer de la CCS Camilo Cienfuegos. Memorias de la Convención de Producción Animal y Agrodesarrollo 2022.

Reyes Rabaza, L. Y., Leyva Remón, A. & Rosales Rivero, J. Q. 2021. Gestión de la innovación agropecuaria en el municipio de Jiguaní: procedimiento para su institucionalización. REDEL; 5 (2).

Sánchez Cárdenas, S. 2025. Balance Anual de los Objetivos Estratégicos de Trabajo en el ARC/ Proceso: Ciencia, Tecnología e Innovación - año 2025. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

INTERJOVEN

CASO DE ESTUDIO: LÁCTEOS ROJAS

CASE STUDY: ROJAS DAIRY

Gabriela de la Caridad Rojas Utria*, Alina Ribot Rivas

MPM Lacteos Rojas SRL, Cuba.

**Autor para correspondencia: gabicrojas@gmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo investigativo analiza la experiencia de la MIPYME cubana Lácteos Rojas, fundada en 2021 a partir de la reconversión de una actividad previa vinculada a la elaboración de alimentos. El estudio identifica cinco ejes fundamentales que explican su funcionamiento e impacto en el desarrollo local. En primer lugar, la empresa surge como respuesta a la necesidad de producir alimentos con calidad, seguridad e innovación dentro de la industria alimentaria cubana. En segundo lugar, evidencia un crecimiento sostenido en la producción de helados, yogurt y queso durante el período 2022-2025.Asimismo, Lácteos Rojas destaca por la implementación de prácticas de economía circular mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos, el uso de energía renovable y la incorporación de envases biodegradables, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental. En el ámbito social, la empresa promueve la generación de empleo, la igualdad de género y la inclusión de personas en situación de vulnerabilidad, fortaleciendo su compromiso con la comunidad. La investigación también resalta los encadenamientos productivos establecidos con empresas estatales, cooperativas, trabajadores por cuenta propia e instituciones científicas, lo cual favorece la seguridad alimentaria y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Además, se aplican herramientas ingenieriles orientadas al control de indicadores productivos, la eficiencia energética y la mejora continua de los procesos tecnológicos. Los resultados demuestran que Lácteos Rojas constituye una experiencia relevante de gestión empresarial por su capacidad de innovar, crecer y contribuir al bienestar económico, social y ambiental del territorio.

Palabras clave: producción de alimentos, desarrollo local, encadenamientos productivos

ABSTRACT

This research analyzes the experience of the Cuban MSME Lácteos Rojas, founded in 2021 as a result of the restructuring of a previous activity related to food processing. The study identifies five fundamental axes that explain its operation and impact on local development. First, the company emerges as a response to the need to produce food with quality, safety and innovation within the Cuban food industry. Second, it shows sustained growth in the production of ice cream, yogurt and cheese during the 2022-2025 period. Likewise, Lácteos Rojas stands out for the implementation of circular economy practices through the use of organic waste, renewable energy and biodegradable packaging, thus contributing to environmental sustainability. In the

social sphere, the company promotes job creation, gender equality and the inclusion of vulnerable people, strengthening its commitment to the community. The research also highlights the productive linkages established with state-owned enterprises, cooperatives, self-employed workers and scientific institutions, which favor food security and the achievement of the Sustainable Development Goals. In addition, engineering tools are applied aimed at controlling production indicators, energy efficiency and continuous improvement of technological processes. The results show that Lácteos Rojas constitutes a relevant business management experience due to its capacity to innovate, grow and contribute to the economic, social and environmental well-being of the territory.

Key words: food production, local development, productive linkages

EVALUACIÓN DE LA AUTOSUFIECIENCIA ALIEMENTARIA CON ENFOQUE DE GÉNERO EN EL MUNICIPIO EL SALVADOR. GUANTANAMO

EVALUATION OF FOOD SELF-SUFFICIENCY WITH A GENDER PERSPECTIVE IN THE MUNICIPALITY OF EL SALVADOR, GUANTANAMO

Orlando Hernández Alfret, Isolina Romero Gonzalez

Universidad de Guantánamo, Cuba

Autor para correspondencia: orlando1994@nauta.cu

RESUMEN

El objetivo de la investigación es evaluar la autosuficiencia alimentaria desde la producción de frijol con enfoque de género en el Municipio el Salvador en la provincia de Guantánamo. El método utilizado se basa en la sensibilización por la equidad de género y la no violencia contra las mujeres y las niñas en las zonas rurales a través de encuestas y talleres que le permitan determinar los factores que interfieren en que las mujeres rurales tengan mayor autonomía en las actividades agrícolas. El uso de demisiones para diagnosticar los principales problemas y brechas existentes en la producción del frijol constituido por: el análisis del acceso y control sobre los recursos y relativos beneficios, enfoque de género en la producción de frijol y brechas de equidad y oportunidades para su reducción a lo largo de la producción de frijol.

Palabras clave: producción de frijol, enfoque de género, actividades agrícolas, brechas existentes, brechas de equidad

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate food self-sufficiency through bean production with a gender focus in the municipality of El Salvador, Guantánamo province. The methodology employed is based on raising awareness about gender equality and the elimination of violence against women and girls in rural areas through surveys and workshops. These methods aim to identify the factors that hinder rural women's autonomy in agricultural activities. The research uses deductions to diagnose the main problems and gaps in bean production, including: an analysis of access to and control over resources and their relative benefits; a gender perspective in bean production; and equity gaps and opportunities for their reduction throughout the bean production process.

Keywords: bean production, gender perspective, agricultural activities, existing gaps, equity gaps

INTRODUCCIÓN

La actualización del modelo económico cubano exige la búsqueda urgente de eficiencia económica e la producción de alimentos, para garantizar la seguridad alimentaria en todas sus dimensiones: disponibilidad, acceso, inocuidad y estabilidad. Es importante considerar todas las dimensiones de la seguridad alimentaria, en especial la disponibilidad y dentro de esta la autosuficiencia alimentaria.

Muchos han sido los esfuerzos dirigidos a garantizar la disponibilidad de alimentos para la población por parte del gobierno cubano. A partir de la Conferencia Internacional sobre la Alimentación, en 1992 en Roma, Cuba elaboró el Plan Nacional de Acción para la Nutrición. Este recoge en un marco más integral las estrategias, metas y programas para lograr la seguridad alimentaria, entre los que pueden mencionarse: Programa de desarrollo integral de la montaña fundado el 2 de junio de 1987 con el objetivo de lograr un desarrollo integral y sostenible de las zonas montañosas y de difícil acceso del país, conjugando armónicamente los requerimientos productivos con el desarrollo social, la conservación de la naturaleza, y el fortalecimiento de la defensa del país, e integrando en sus acciones a los organismos e instituciones involucrados en ese proceso. Programa de la Agricultura urbana y suburbana, se fundamenta en que alrededor del 75% de la población de Cuba está viviendo en ciudades, por lo que es necesario acercar la producción de alimentos frescos a la población.

El Programa "Sierra Maestra" tiene como objetivo el seguimiento y control a los proyectos experimentales iniciados en el 2011 sobre temas vinculados con la alimentación humana y animal, para el desarrollo de productos de interés para las industrias alimentaria, farmacéutica, biotecnológica y cosmética, entre otras ramas de importancia económica del país. Programas de desarrollo del sector y por ramas para el incremento de las producciones de alimentos con destino a la exportación, el turismo, la población y la sustitución de importaciones. Es determinante por el impacto que genera en la mejora del nivel de vida de la población, pues siguen siendo los alimentos los bienes de mayor demanda de la familia cubana. Programa azucarero, dirigido al incremento de las exportaciones y la sustitución de importaciones tomando acuerdos dirigidos al crecimiento sostenido de las producciones de la agroindustria, fortaleciendo el encadenamiento con la economía nacional, la inversión extranjera y la colaboración internacional. El Programa de Empleo que beneficia la incorporación al empleo de la población en condiciones de trabajar, en particular de los jóvenes. Canasta familiar normada, que tiene por objetivo realizar la distribución equitativa a la población de un grupo de productos de primera necesidad, a precios subsidiados.

En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, se plantea que en las actuales condiciones del país y del entorno internacional, la política económica está dirigida a enfrentar soluciones a corto y largo plazo, dentro de las que se encuentran en primer lugar, lograr la autosuficiencia alimentaria como un elemento primordial para el exitoso desempeño del proceso de actualización del modelo económico cubano.

El logro de mayor autosuficiencia alimentaria requiere, en primer término, explotar el factor extensivo, elevando la superficie cultivada con destino a la alimentación de la población y tratar de lograr una explotación más eficiente de los suelos. Para cumplir estos objetivos, se debe realizar un proceso de transformaciones estructurales, funcionales y composicionales que deben contribuir a elevar el uso eficiente de la tierra y la productividad en este sector, entre otras

cuestiones vitales para el desarrollo sostenible. De aquí la importancia de evaluar la autosuficiencia alimentaria con enfoque sostenible.

El frijol común *Phaseolus vulgaris* L. es, dentro de las leguminosas de grano, una de las especies más importantes para el consumo humano por sus propiedades nutricionales. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) declara que es considerado una de las principales fuentes de proteínas, especialmente para aquellas poblaciones de bajos recursos, y dentro de los productos básicos de la seguridad alimentaria de las áreas rurales y de bajos ingresos. En Cuba, el frijol junto con el arroz y las viandas, constituye un alimento de preferencia en la dieta cotidiana; y es, por demás, uno de los elementos proteicos básicos que la conforman.

Por tal motivo, en la Política Agroindustrial vigente en el país adquiere una importancia estratégica de primer orden asegurar el cumplimiento de los programas de producción de frijol; Guantánamo es una de las provincias que requiere una atención integral, sustentada en la aplicación de la ciencia y la tecnología moderna, que permita el avance en la producción y rendimientos del frijol. En la investigación fueron objeto de estudio cinco experiencias encontradas sobre autosuficiencia alimentaria, ningún estudio analiza la autosuficiencia alimentaria con enfoque de género. Aunque en algunas se utilicen indicadores para medir la igualdad en la producción de alimentos no se encontró ninguno que estudie con este enfoque la producción de frijol. El vacío metodológico que existe, en la literatura especializada, para evaluar este proceso con enfoque sostenible justifica el siguiente problema científico:

Problema de investigación: Cómo evaluar la autosuficiencia alimentaria con enfoque de género desde la producción de frijol en el municipio el Salvador que contribuya a la toma de decisiones del gobierno municipal.

Objetivo General: Proponer herramientas de diagnóstico para la evaluación de la autosuficiencia alimentaria con enfoque de género desde la producción de frijol en el municipio el Salvador que contribuya a la toma de decisiones del gobierno municipal.

Objetivos específicos:

1. Identificar las limitaciones y brechas que impiden que las mujeres tengan mayor participación en la producción de frijol con enfoque de género.
2. Encontrar oportunidades que mejoren la posición de las mujeres en la producción de frijol con enfoque de género sobre todo en la producción agrícola.
3. Sensibilizar a los distintos actores (incluyendo cooperativistas) sobre el valor de la igualdad de género en el desempeño de la producción

Campo de acción: Autosuficiencia alimentaria desde la producción de frijol con enfoque de género en el municipio el Salvador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los métodos de investigación empleados se encuentran: el método histórico-lógico, para el análisis de la teoría y la praxis de la autosuficiencia alimentaria; el análisis-síntesis, para la caracterización del objeto y el campo de acción de la investigación; y el método de lo general a lo

particular, para analizar los antecedentes del tema desde el ámbito internacional, nacional, hasta las particularidades en la provincia Guantánamo. También fueron utilizados métodos empíricos, tales como la observación, la medición y la comparación, entrevista, aplicación de cuestionarios todos en función de la evaluación de la autosuficiencia alimentaria de la producción de frijol con enfoque de género.

La igualdad de género es uno de los determinantes de la autosuficiencia alimentaria y la seguridad alimentaria y nutricional, frente a la cual las mujeres, hombres, las niñas y los niños confrontan diferentes vulnerabilidades, necesidades y limitaciones, y dependen de diversas capacidades y oportunidades. Por lo que está investigación su principal alcance es la sensibilización por la equidad de género y la no violencia contra las mujeres y las niñas en las zonas rurales.

RESULTADOS Y DISCUSION

La promoción de la igualdad de género a lo largo de la producción del frijol representa uno de los pilares del programa de capacitación promovido por el Programa Mundial de Alimentos (PMA) en Cuba, dirigido a fortalecer los vínculos entre la producción y las redes de protección social basadas en alimentos.

Un diagnóstico de brechas desde la producción del frijol desarrollado como parte de estas acciones, permitió colectar evidencias y testimonios sobre el escaso empoderamiento y participación de las mujeres en las distintas fases de la producción y beneficio del frijol. Al mismo tiempo, se tomó conciencia de la necesidad de contar con análisis de género en cada una de estas áreas, especialmente en el eslabón productivo. Está decisión, además de estar en la línea con la agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, puede enmarcarse en los esfuerzos del PMA de respaldar la estrategia de Género del Sistema de la Agricultura en Cuba, formulada para el periodo 2015-2020 con el objetivo de generar una cultura de gestión por la igualdad de género en todas sus entidades, espacios productivos e instituciones.

Como parte del Pilar de igualdad de género del programa de capacitación para el fortalecimiento de la producción de frijol, el PMA promovió una serie de diagnósticos participativos en la provincia y en el municipio seleccionado, con el objetivo de conocer las brechas que limitan la participación activa de las mujeres a lo largo de la producción de frijol, con énfasis en la producción y visibilizar el valor que añaden las mujeres con su trabajo, e identificar acciones afirmativas para promover una mayor seguridad alimentaria y nutricional en las comunidades beneficiadas. Los diagnósticos se llevaron a cabo en 24 formas productivas del municipio el Salvador, participando alrededor de unas 900 personas en el ejercicio, incluyendo a mujeres y hombres cooperativistas y sus familiares. Aproximadamente el 45 % de las personas involucradas fueron mujeres. Todo el proceso fue altamente participativo, incluyendo la interacción entre campesinas y campesinos con sus familias, representantes de asociaciones agrícolas del municipio, empresas, la Federación de Mujeres Cubanas (FMC) y especialistas locales.

Como resultado principal del proceso de diagnósticos sería la formulación colectiva de planes de acción locales para atender las principales brechas identificadas, y el lanzamiento de un ciclo de talleres de sensibilización por la equidad de género y la no violencia contra las mujeres y las niñas en zonas rurales.

Identificando brechas de igualdad de género

Como primer paso de esta investigación se promovió un ciclo de diagnósticos participativos en cooperativas del municipio para identificar las causas que subyacen en las desigualdades de género a través de la producción de frijol.

Durante el proceso, se aplicó un enfoque metodológico conformado por tres demisiones de diagnóstico constituido por: el análisis del acceso y control sobre los recursos y relativos beneficios, enfoque de género en la producción de frijol y brechas de equidad y oportunidades para su reducción a lo largo de la producción de frijol. La recopilación de información y las entrevistas en las diferentes formas productivas pudieron realizarse gracias al apoyo de especialistas locales quienes enriquecieron la investigación.

Dimensiones para evaluar la autosuficiencia alimentaria desde la producción de frijol con enfoque de género en el municipio el Salvador.

1. Acceso y control sobre los recursos y relativos beneficios

La primera dimensión, en la que se indaga a través de entrevistas individuales, permite tener una mejor comprensión de las diferentes percepciones que tienen los hombres y las mujeres sobre el mismo reviso y su valor, evidenciando desigualdades en las relaciones de poder. Para ello se aplicó tres cuestionarios: el primero para analizar roles y actividades en el contexto familiar (útil para visualizar las horas de trabajo no remuneradas dedicadas al cuidado familiar o tareas domésticas); el segundo para observar el acceso y control sobre diferentes recursos (tanto en el ámbito laboral como en el hogar); y el último, sobre la toma de decisiones relativa a los mismos. A través de las preguntas incluidas en los tres cuestionarios, se profundizó en las distintas brechas de género, como, por ejemplo, los diferentes roles de hombres y mujeres determinados por la división sexual del trabajo, las dinámicas dentro de las entidades productivas, en términos de roles, acceso y control de recursos y toma de decisiones.

- ✓ ¿Qué preguntamos exactamente?-¿Para indagar sobre cual dimensión enfocarnos en el análisis?
- ✓ ¿Quién hace qué?- División sexual del trabajo. Responsabilidad y obligaciones, roles tradicionales.
- ✓ ¿Quién tiene acceso a qué?- posibilidades, oportunidades, desigualdades de acceso
- ✓ ¿Quién es dueño o dueña de qué?- recursos, beneficios, poder de decisión
- ✓ ¿Quién controla que?-relaciones de poder
- ✓ ¿Quién toma las decisiones?- Participación
- ✓ ¿Por qué es de la manera que es?- Factores que lo determinan: construcción social de género, cultura patriarcal, estereotipos, roles asignados según sexo, recursos, condiciones climáticas y geográficas

2. Enfoque de género en la producción de frijol

Como parte de los diagnósticos se trabajó de manera colectiva en la identificación de brechas con una perspectiva de género. Realizado por un grupo de actores de cada eslabón de la producción de frijol lo que permitió visualizar la diferencia en la participación de hombres y mujeres en cada una de las actividades productivas.

- ✓ ¿Qué preguntamos, sobre que reflexionamos juntas y juntos?
- ✓ ¿Dónde están las mujeres, en que puestos de trabajo? ¿Son los puestos de trabajo de mayor o menor remuneración?
- ✓ ¿Cuántas mujeres hay socias, y cuantas tienen membresía de las juntas directivas de las cooperativas?
- ✓ ¿Las trabajadoras de las cooperativas reciben capacitación sobre la mejora de la producción, tecnología moderna, habilidades gerenciales, calidad?
- ✓ ¿De qué manera las normas culturales influyen en las costumbres y las prácticas en torno a la propiedad de la tierra?
- ✓ ¿Cómo los estereotipos sociales influyen en las oportunidades y los beneficios para mujeres en la producción de frijol, incluido trabajo remunerado?

3. Brechas de equidad y oportunidades para su reducción a lo largo de la producción de frijol.

Está dimensión puede considerarse como complemento de la segunda ya que toma como punto de partida la producción de frijol con enfoque de género. Para cada persona que integra el grupo de actores, se recopila información (desglosada por sexo) sobre su eslabón de pertinencia dentro de la producción (con énfasis en el eslabón productivo), las actividades realizadas y sus responsabilidades.

A raíz de esta información, complementada con los resultados de la dimensión 1, se identificaron las principales limitaciones que afectan la participación de mujeres y hombres dentro de la producción de frijol y se determinaron las brechas existentes.

- ✓ ¿Qué preguntamos, sobre que reflexionamos juntas y juntos?
- ✓ ¿Cuál es la distribución de las tareas entre mujeres y hombres (en el hogar y en la cooperativa)
- ✓ ¿Qué tecnología utilizan las mujeres para realizar sus actividades?
- ✓ ¿Quién decide que sembrar, cuando y donde?
- ✓ ¿Quién decide cuando vender y donde?
- ✓ ¿Qué factores comerciales y culturales inciden negativamente sobre la participación de la mujer en la producción de frijol?

Está investigación, además, constituyó el punto de partida para el diseño de posibles acciones para promover una mayor equidad a través de la producción de frijol. Por ejemplo, si una limitación para la incorporación de las mujeres al eslabón productivo está mediado por la falta de conocimientos técnicos, por ende las brechas será menor oportunidades para las mujeres de acceder a espacios de formación; una posible acción puede estar dirigida a promover mayores capacitaciones técnicas para las mujeres, organizadas en horarios que no interfieran con otras tareas.

Luego de aplicado las dimensiones del diagnóstico en la producción del frijol con enfoque degeneró, se destaca una baja y limitada participación de las mujeres en todos los eslabones productivos. Puede afirmarse, que las mujeres se desempeñan cargos de bajas responsabilidades fuera de espacios públicos; mientras los hombres se ubican mayormente en puestos decisionales.

Como resultado, se validó la siguiente información:

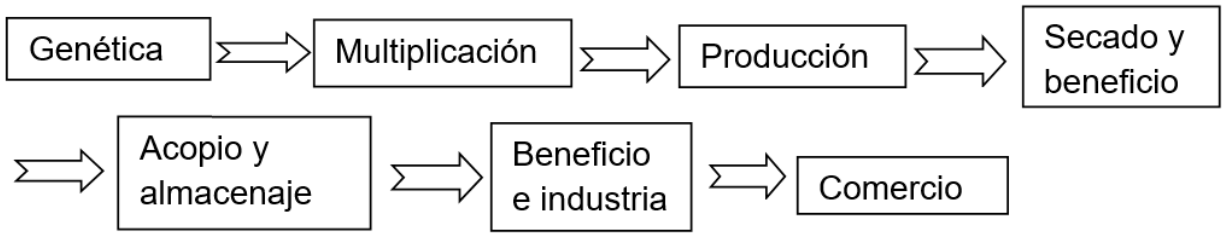


Figura 1. Ciclo productivo del frijol

Fuente: Elaboración propia

Producción: muy limitada asociación de mujeres en cooperativas; baja representatividad como propietarias de tierras y como integrantes de las Juntas Directivas. Las mujeres desempeñan actividades de apoyo (envasar productos, coser sacos, cocinar) la mayoría de las mujeres no son remuneradas (se considera¨ una ayuda familiar¨)

Acopio y almacenaje: mayor cantidad de hombres en empresas de acopio. A las mujeres se les asigna funciones como secretaria, control de calidad, responsables del comedor, asesoría jurídica y comercialización. Roles que se no desempeñan en los espacios públicos

Comercio: se ubican a las mujeres en funciones que no tiene que ver directamente con la producción y comercialización del producto, en ámbitos privados y no públicos.

Tabla 1. Resultado análisis dimensiones del diagnóstico de la producción del frijol con enfoque de género

Análisis de las dimensiones	Diagnostico
División sexual del trabajo	Del total de horas trabajadas por las mujeres (tanto en el hogar como en las cooperativas), más del 60% no son remuneradas.
Corresponsabilidad familiar y social	No existe una conciliación entre la vida familiar y laboral. Los hombres dedican al menos el 10% de su tiempo a actividades no remuneradas, mientras que en el caso de las mujeres es mal de 90%
Reconocimiento social	Menor reconocimiento y atribución de importancia para el trabajo de las mujeres, al compararlo con el trabajo de los hombres. Existencia de un imaginario sobre puestos de trabajo ¨ solo para hombres ¨.
Uso del tiempo	Las mujeres como promedio dedican menos tiempo a la recreación que los hombres, y cuando lo hacen es dentro del hogar y en simultaneidad con otras actividades(escuchar la radio, alimentar los animales, cocinar)
Capacitación técnica	El conocimiento sobre el desarrollo tecnológico es insuficiente en general, y en particular, es menor en el caso de las mujeres.
Acceso y control sobre recursos y sus beneficios	Las mujeres representan menos del 20% del total de personas asociadas en las cooperativas estudiadas.
Participación en la toma de decisiones	Menor representación de las mujeres en los puestos de dirección. Al momento de la realización de la investigación, menos del 10% de mujeres eran las presidentas de las cooperativas

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- ✓ Observando los resultados obtenidos con la aplicación de las dimensiones se puede afirmar, en general las mujeres desempañan cargos de bajas responsabilidades fuera de los espacios públicos; mientras los hombres se ubican mayormente en puestos decisionales.
- ✓ Se destaca una limitada participación de las mujeres en el ciclo productivo del frijol. Los principales recursos y beneficios están en manos de los hombres; así como la participación en la toma de decisiones.
- ✓ En la mayoría de los casos se refuerza la cultura patriarcal en las zonas rurales y en específico en el municipio el Salvador marcado por décadas por hombres los cuales llevan la ¨ voz cantante ¨ en la producción agrícola.
- ✓ El trabajo de las mujeres en las cooperativas y en el hogar es invisibilizado y se resalta una escasa corresponsabilidad familiar y social.

BIBLIOGRAFÍA

Cuba. 2024. Plan Nacional de acción para la nutrición. (Versión actualizada). Recuperado de dehttp://www.cubagob.cu.

Cuba. 2024. Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Educación Nutricional de Cuba. Recuperado de http://www.fao.org

Cuba. Ministerio de la Agricultura [Minag]. 2025. Programa de Desarrollo Integral de Granos de la provincia Guantánamo. Guantánamo

Estrategia regional de género del Programa Mundial de Alimentos para América Latina y el Caribe. 2024.

Cuba. 2020. http://www.agroecologynetwork.org/uploads/4/9/2/9/49299363/estartegia_de_genero_agricultura_minag_.pdf

INTERJOVEN

INTERJOVEN

COMUNICACIÓN PARA LA RESILIENCIA: ESTRATEGIAS AUDIOVISUALES EN EL PROYECTO IRES

COMMUNICATION FOR RESILIENCE: AUDIOVISUAL STRATEGIES IN THE IRES PROJECT

Cristian Carlos Rojas Rosales, Massiel Rigñack Fraga

IRES, País.

Autor para correspondencia: cristianc.rojas94@gmail.com

RESUMEN

La comunicación ha sido un pilar transversal en el proyecto IRES, el primero financiado por el Fondo Verde del Clima en Cuba, implementado por el MINAG y la FAO. A través de reportajes audiovisuales, se documentan experiencias concretas de transformación productiva y social en fincas de siete municipios vulnerables al cambio climático. Estas narrativas audiovisuales permiten visibilizar en Internet y la Televisión Cubana, con proyección internacional, la implementación de los distintos modelos, destacando su impacto en la restauración de servicios ambientales como la captura de carbono, la mejora de suelos y la eficiencia hídrica. Un eje central de la estrategia comunicativa es la inclusión de mujeres y jóvenes como protagonistas de los cambios. Los materiales muestran a mujeres rurales liderando labores de siembra, viveros y toma de decisiones, así como a jóvenes productores que, mediante la capacitación técnica, revierten el éxodo rural y se convierten en innovadores agroecológicos. También se refleja el fortalecimiento de la seguridad alimentaria y la soberanía local, con fincas que abastecen escuelas y comunidades. La experiencia demuestra que la comunicación audiovisual no solo cumple una función testimonial, sino también educativa y movilizadora, al facilitar el intercambio de buenas prácticas entre productores, técnicos y decisores. Los reportajes sirven como herramienta de aprendizaje y replicabilidad, contribuyendo a la Tarea Vida y a la Ley de Soberanía Alimentaria.

Palabras clave: comunicación rural, género, juventud, sistemas agroforestales, resiliencia climática

ABSTRACT

Communication has been a cross-cutting pillar of the IRES project, the first funded by the Green Climate Fund in Cuba, implemented by the Ministry of Agriculture (MINAG) and the FAO. Through audiovisual reports, concrete experiences of productive and social transformation are documented on farms in seven municipalities vulnerable to climate change. These audiovisual narratives allow the implementation of different models to be showcased on the internet and Cuban television, with international reach, highlighting their impact on the restoration of environmental services such as carbon sequestration, soil improvement, and water efficiency. A central focus of the communication strategy is the inclusion of women and young people as agents of change. The materials show rural women leading planting, nursery management, and

decision-making, as well as young producers who, through technical training, are reversing rural exodus and becoming agroecological innovators. The strengthening of food security and local sovereignty is also reflected, with farms supplying schools and communities. Experience shows that audiovisual communication not only serves a testimonial function, but also an educational and mobilizing one, facilitating the exchange of best practices among producers, technicians, and decision-makers. These reports serve as a learning and replicability tool, contributing to the Life Task (Tarea Vida) and the Food Sovereignty Law.

Key words: rural communication, gender, youth, agroforestry systems, climate resilience

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA AL EMPLEARSE EN FUNCIÓN DE UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE

BIOFUELS IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES WHEN USED IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

Saray Díaz Barrios[1*], Osney G. Pérez Acosta[1], Yanoy Morejón Mesa[2]

[1] *Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*

[2]*Universidad Agraria de la Habana (UNAH), Cuba.*

**Autor para correspondencia: sdiazb555.@gmail.com*

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta dos investigaciones enfocadas en determinar si el empleo de mezclas con variaciones de biocombustibles en los motores dedicados a la agricultura permite disminuir de forma parcial la dependencia del diésel en este sector. En la primera investigación se emplearon mezclas diésel-bioetanol (10%, 15%,20% y 25%) en un motor D-240 acoplado a un banco de prueba. En ella se determina el comportamiento de la potencia efectiva, el momento torsor y el consumo específico de combustible variando las cargas del motor. En la segunda se utiliza mezclas diésel-biodiesel en un motor MWM Internacional acoplado a una bomba vertical de pozo profundo. Se emplean siete mezclas (0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% y 30%) y se estudian en tres frecuencias de rotación (1350, 1550, 1750 rpm). Las investigaciones demuestran que el uso de mezclas con bioetanol no es factible en los motores diésel debido a las diferencias que presentan los dos combustibles en cuanto al índice que establece el encendido en la combustión. En cambio, el empleo de biodiesel permite mejorar la combustión del motor y el consumo especifico permitiendo su utilización en los motores de la agricultura y por ende sustituyendo de forma parcial el consumo de diésel.

Palabras claves: etanol, biodiesel, parámetros del motor

ABSTRACT

The following work presents two investigations focused on determining whether the use of blends with variations of biofuels in engines dedicated to agriculture allows for partially reducing the dependence on diesel in this sector. The first uses diesel-bioethanol mixtures (10%, 15%, 20%, and 25%) in a D-240 engine coupled to a test bench. It determines the behavior of effective power, torque, and specific fuel consumption by varying the engine loads. The second are diesel-biodiesel blends used in an MWM International engine coupled to a deep well vertical pump. Seven blends are used (0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% and 30%) and studied at three rotation frequencies (1350, 1550, 1750 rpm). The research determined that the use of blends with bioethanol is not feasible in diesel engines due to the differences that the two fuels present regarding the index that establishes ignition in combustion. On the other hand, the use of

biodiesel allows improving engine combustion and specific consumption, allowing its use in agricultural engines and therefore partially replacing diesel consumption.

Keywords: ethanol, biodiesel, engine parameters

INTRODUCCIÓN

La ciencia y la tecnología en el trascurso del siglo XX ha desarrollado altos niveles de confort, conveniencia y movilidad; lo que trae consigo dependencia de las reservas finitas de energía fósil. Cada día su agotamiento es inminente por lo que se requiere encontrar soluciones para mitigar este problema. La comunidad científica proyecta el empleo de energías renovables como una opción debido a su carácter amigable con el medio ambiente e inagotable (Subía y Rubio, 2018).

Los biocombustibles es el nombre que se le da a la sustancia orgánicas que se utiliza en los motores, este producto se obtiene a partir de cualquier biomasa, término que es utilizado para referirse a la materia orgánica que haya tenido su origen inmediato en el proceso biológico (espontáneo o provocado) de organismos recientemente vivos (plantas o deshechos metabólicos) (Morales, 2017).

En la agricultura los motores empleados son de combustión interna y utilizan diésel en su combustión, lo que equivale a un gran consumo de este combustible en actividades ganaderas. Los biocombustibles representan una opción para contrarrestar el empleo constante de combustible fósil en los motores ya que ambos presentan propiedades químicas y físicas semejantes. Los biocombustibles líquidos más relevantes son: biodiesel, bioetanol y biometanol en este trabajo se emplearon el biodiesel y el bioetanol para determinar el comportamiento de los motores al emplear diferentes mezclas.

Por lo antes expuesto se tiene como objeto de estudio: Determinar si el uso de mezclas con variaciones de biocombustibles en los motores dedicados a la agricultura permite disminuir el u del diésel en este sector.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se plasman dos investigaciones diferentes pero relacionadas entre sí, ya que las mismas permiten arribar a resultados plasmáticos referentes al uso de biocombustibles en MCI. La primera se realizó en el Laboratorio de Motores de Combustión Interna, perteneciente al Departamento Ingeniería, de la Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de la Habana. Donde se determinó el comportamiento de los principales parámetros de funcionamiento de un motor diésel (D-240), al emplearse diferentes mezclas de diésel-bioetanol, con el objetivo de evaluar y comparar su comportamiento. Se utilizó un motor diésel de cuatro tiempos sin compresor, correspondiente a tractores modelo JUMZ-6KM acoplado en un banco de prueba y variando las cargas. Se emplearon mezclas con diferentes porcientos (10%, 15%,20% y 25%); de etanol hidratado al 95%.

El segundo experimento se realizó en el Departamento de Ingeniería y Medio ambiente, del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Se evaluó el sistema de bombeo que se usa en el abastecimiento del agua para el instituto y la comunidad. Se realizan tres bombeos diarios,

el tanque para el almacenamiento del agua es en forma de hongo con un volumen de 283, 91 m^3. El motor que se utiliza es un MWM Internacional; modelo 6.10T y acoplado a una bomba vertical de pozo profundo marca Worthington. Las mezclas utilizadas fueron diésel- biodiesel en diferentes concentraciones (0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% y 30% biodiesel). El biocombustible utilizado provino de la planta de Camagüey dirigido por el proyecto de la Estación Experimental de Pastos y Forraje Indio Hatuey y el diésel de la pista de abastecimiento del ICA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el primer experimento se utilizó modelos de regresión polinomial de segundo orden para analizar los resultados. En la figura 1 se puede apreciar como la potencia efectiva del motor en todas las variantes de mezclas empleadas tiende a cero a medida que aumenta la frecuencia de rotación; por otro lado, se observa que en todos los casos al emplearse mezclas con etanol se alcanzan valores de potencia efectiva superiores a los obtenidos con combustible diésel.

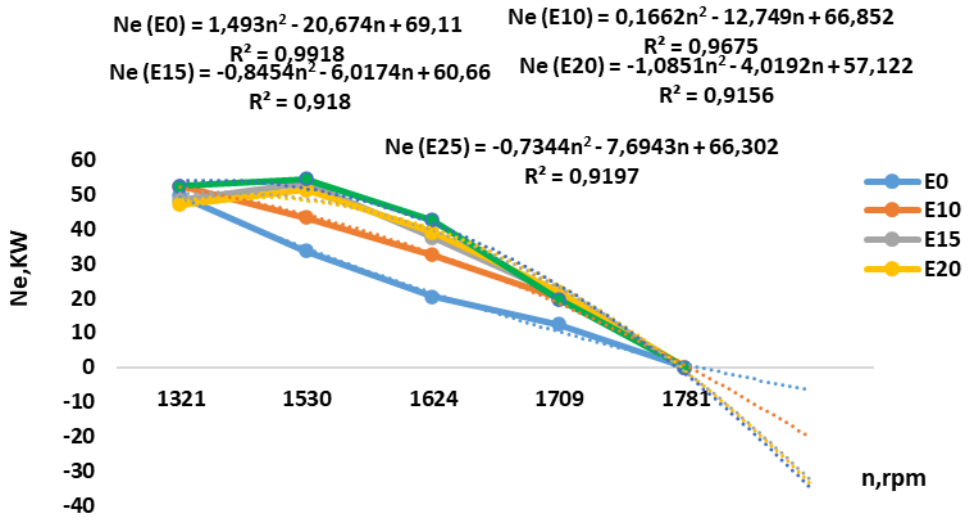


Figura 1. Comportamiento de la potencia efectiva en función de la frecuencia de rotación y mezcla diésel-etanol.

Como se evidencia en la figura 2, el momento torsor del motor tiende a cero a medida que aumente la frecuencia de rotación; al mismo tiempo se observa que en casi todos los casos al utilizar mezclas con bioetanol se alcanzan valores de momento torsor superiores a los obtenidos con combustible diésel; solamente esto no ocurre al emplearse mezclas E15 y E20, en la frecuencia de rotación mínima de 1321 rpm

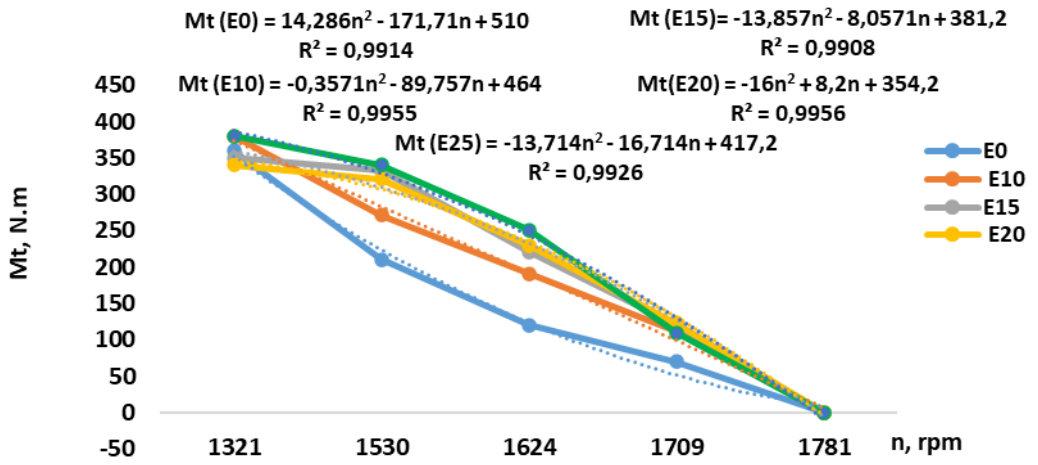


Figura 2. Comportamiento del momento torsor en función de la frecuencia de rotación y mezcla diésel-etanol

El comportamiento descrito en la figura 1 y 2, donde se observa una tendencia a disminuir se debe a que los experimentos realizados se limitaron al consumo de un volumen predeterminado de combustible por cada experimento (1 L), por lo que al consumirse este, se detuvo la observación y no se llegó al paro funcional del motor (apagado del motor).

Otro parámetro estudiado fue el consumo específico de combustible del motor diésel, al emplearse mezclas diésel-bioetanol y variarse la carga, aspecto que se consideró en función de la frecuencia de rotación para diferentes regímenes de carga (figura 3).

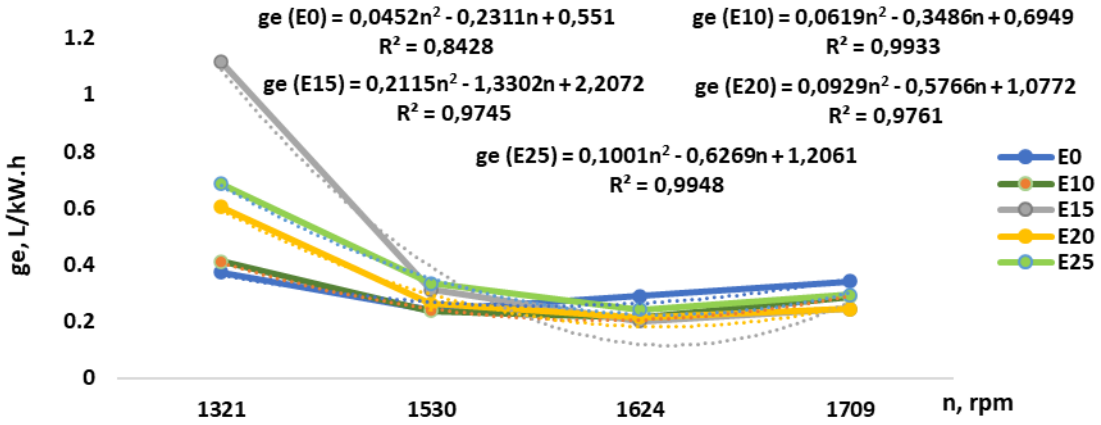


Figura 3. Comportamiento del consumo específico de combustible en función de la frecuencia de rotación y mezcla diésel-etanol.

Analizándose detalladamente los modelos obtenidos en la figura. 3 es posible constatar que los menores valores de consumo específico de combustible para la frecuencia de rotación mínima de 1321 rpm, se obtienen al emplearse la mezcla E10, para frecuencias de rotación de 1530 rpm, se obtienen al emplearse mezclas E15, para frecuencias de rotación de 1624 rpm, se obtienen al emplearse mezclas E25 y para frecuencias de rotación de 1709 rpm, se obtienen al emplearse mezclas E20.

Al analizar todos los parámetros se puede constatar que el uso de mezclas diésel-bioetanol no es factible en motores de combustión interna diésel. Aunque se aprecia un significativo aumento de potencia y momento torsor el incremento del consumo especifico de combustible no hace viable el empleo de esta mezcla. El crecimiento numérico de este último parámetro se debe al uso de dos combustibles que presentan dos índices diferentes de carácter significativo en la combustión. Se hace referencia a los índices de cetanaje y octanaje. Por lo que se recomienda a partir de los datos obtenidos en esta parte de la investigación utilizar mezclas de diésel- biodiesel en motores dedicados a la agricultura.

Al analizar los datos del primer experimento y valorar las recomendaciones del mismo se decidió utilizar mezclas diésel-biodiesel (0%; 5%; 10%; 15%; 20%; 25% y 30%) para analizar los parámetros del motor e identificar la mejor mezcla a emplear. Por lo que en la segunda investigación se realizó un análisis al utilizar un motor en la actividad de bombeo de agua. Los parámetros de la potencia y el momento torsor se representan en función de las tres frecuencias de rotación que se utilizan en el experimento (1350, 1550, 1750 rpm). En la figura 4 se aprecia una disminución de los parámetros al utilizar menores frecuencias de rotación. Esto se debe a que el motor esta subutilizado ya que su potencia nominal trabaja a 2 600 rpm y las revoluciones que admite el cabezal de la bomba es de 1770 rpm. En cuanto al momento torsor sus resultados son similares ya que los dos parámetros son directamente proporcionales.

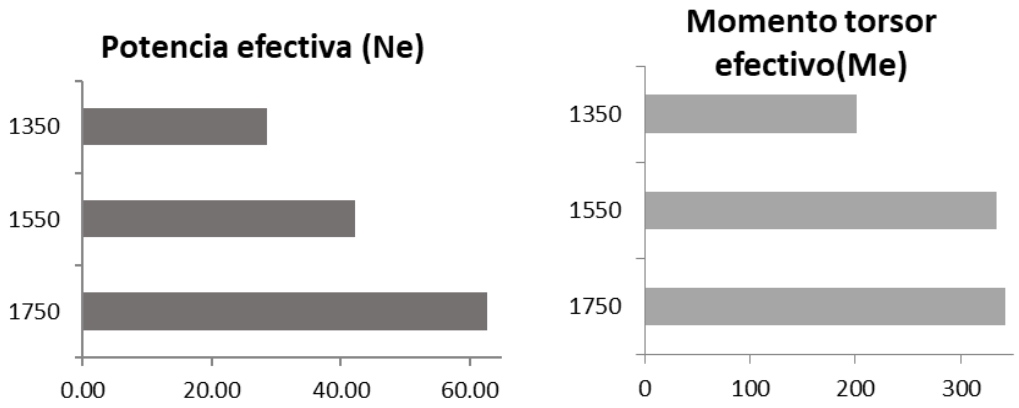


Figura 4. Comportamiento de potencia efectiva y momento torsor efectivo del motor en función de las tres frecuencias de rotación.

En el caso del consumo especifico de combustible se le realizó un análisis de varianza según modelo de Clasificación Simple con arreglo factorial 7 (mezclas) x 3(RPM) Duncan (1995). Donde se aplicó la dócima de Duncan para P<0,05 y el paquete estadístico utilizado fue Infostat Di Rienzo *et al*. (2012).

En la tabla 1 se muestra que no existen diferencias significativas entre las mezclas a 1550 rpm. En el caso de 1750 solo hay diferencias en la mezcla B-30 la cual se debe al mayor consumo horario. En el caso de 1350 las mezclas B-5 y B-30 presentan los mayores valores. Estos valores obtenidos son debido a la mejor combustión causado por el aumento de oxígeno en la mezcla y el turbocompresor que tiene el motor.

Tabla 1. Análisis estadístico del consumo específico de combustible

		rpm			
Indicador	**mezcla B**	**1750**	**1550**	**1350**	**EE± y sign**
Consumo específico de combustible (ge), L/Kw*h	**0**	0,308^{abcd}	0,332^{ef}	0,366^{g}	
	5	0,305^{abc}	0,333^{ef}	0,407^{i}	
	10	0,306^{abc}	0,335^{ef}	0,382^{gh}	0,006
	15	0,301^{ab}	0,324^{cdef}	0,384^{gh}	P=0,0051
	20	0,306^{abc}	0,326^{def}	0,384^{gh}	
	25	0,294^{a}	0,319^{bcde}	0,371^{g}	
	30	0,342^{f}	0,332^{ef}	0,395^{hi}	

En esta segunda investigación se observa que a pesar de que el consumo específico de combustible presenta una significativa mejora en comparación con el experimento uno, aun los parámetros de potencia y momento torsor no son los ideales. Pero se debe de tener en cuenta que este hecho está condicionado por el uso de un motor subutilizado. Por lo que en este trabajo se recomienda el uso de mezclas de diésel-biodiesel en motores dedicado a la agricultura solo si el motor está trabajando en su régimen nominal.

El biodiesel es obtenido de materias primas que no presentan grandes inversiones por lo que su costo es inferior al del diésel. Si se emplean mezclas con altos porcientos de biodiesel se estaría reduciendo el precio del combustible que utilizamos en la agricultura. Además, se estaría restringiendo el consumo de recursos fósiles en las actividades ganaderas. En la Agenda del 2030 uno de los lineamientos es la disminución de los combustibles tradicionales. Esta investigación concluye con la certeza de que el uso de mezclas diésel biodiesel es una opción viable para alcanzar esa meta.

CONCLUSIONES

El uso de mezclas diésel- bioetanol no es recomendado en motores de combustión interna diésel debido a las diferencias que presentan las dos sustancias en sus propiedades químicas y físicas. En cambio, el empleo de mezclas diésel-biodiesel no presentan diferencias estadísticamente significativas en el consumo específico del motor respecto al diésel puro por lo que se recomienda el empleo de estas mezclas en motores dedicados a la agricultura siempre y cuando se utilicen en su régimen nominal, lo cual ayudaría a disminuir el consumo de los recursos fósiles en actividades ganaderas.

BIBLIOGRAFÍA

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W.: Grupo InfoStat, FCA, InfoStat versión 2012. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

DUNCAN, D.B. 1995. Multiple range and multiple F tests, Biometrics 11:1;

MORALES, M.M.: "Compuestos orgánicos, salud y medio ambiente", Ed. Ciencias−Técnicas, La Habana, Cuba, 2017, ISBN: 978−959−05−0895. 58−59.

SUBÍA, S. y RUBIO, J. "Evaluación de biomasa de microalgas de la laguna Limoncocha como materia prima para la obtención de biocombustibles, Enfoque UTE, 9(2): 106-116, 2018, ISSN: 1390-9363, e-ISSN: 1390-6542.

INTERJOVEN

PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN MAYABEQUE: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DESDE DOS PROYECTOS I+D+I CON ENFOQUE TERRITORIAL

FOOD PRODUCTION IN MAYABEQUE: ANALYSIS AND DIAGNOSIS FROM TWO R&D&I PROJECTS WITH A TERRITORIAL FOCUS

Alfredo González Marrero[1*], Aimara Brito Montero[1], Yoleisy García Hernández[2], Darais Báez Fernández[1], Lázara Ayala González[2]

[1]*Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Cuba.*

[2]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*

Autor para correspondencia: alfredoglezm1995@gmail.com

RESUMEN

El estudio determinó el aporte de los diagnósticos realizados por los proyectos EPAM y CAPacc al incremento de la producción de alimentos en la provincia Mayabeque, Cuba, durante 2024-2025. Se realizó una investigación documental con enfoque mixto que incluyó análisis de contenido de informes científicos-técnicos, sistematización de experiencias y triangulación de fuentes. Los proyectos identificaron 35 formas productivas distribuidas en seis municipios (Güines, Madruga, Jaruco, Bejucal, Quivicán y Granja Universitaria El Guayabal), con 104 tipos de producciones asociadas a encadenamientos de viandas, vegetales, frutas, carnes y leche. El diagnóstico a productores y entidades estatales reveló que el 90% reconoce la importancia de capacitarse en tecnologías para la producción, aunque el nivel de conocimiento actual es insuficiente. Como acciones derivadas se diseñó un sistema de capacitación de diez módulos, se capacitaron más de 100 productores, se crearon tres repositorios digitales en Mendeley, se realizaron 22 talleres y se generaron ponencias científicas, y tesis de maestría defendida en proceso. Se concluye que los diagnósticos contribuyeron al fortalecimiento de capacidades, la identificación de brechas estructurales y la articulación multiactoral, estableciendo bases para incrementos sostenidos de la producción de alimentos en el mediano plazo.

Palabras clave: desarrollo territorial, diagnósticos participativos, gestión del conocimiento, producción de alimentos, sostenibilidad agraria

ABSTRACT

250 palabras, letra Times New Roman con tamaño de fuente 10 e interlineado sencillo

The study determined the contribution of the diagnoses carried out by the EPAM and CAPacc projects to the increase in food production in the Mayabeque province of Cuba during 2024-2025. A mixed-methods documentary research approach was used, including content analysis of scientific and technical reports, systematization of experiences, and triangulation of sources. The projects identified 35 production systems distributed across six municipalities (Güines, Madruga, Jaruco, Bejucal, Quivicán, and the El Guayabal University Farm), with 104 types of production associated with value chains for root crops, vegetables, fruits, meat, and milk.

The diagnosis of producers and state entities revealed that 90% recognize the importance of training in production technologies, although the current level of knowledge is insufficient. As a result of the project, a ten-module training system was designed, over 100 producers were trained, three digital repositories were created in Mendeley, 22 workshops were conducted, and scientific papers and a master's thesis (currently being defended) were produced. It is concluded that the assessments contributed to capacity building, the identification of structural gaps, and multi-stakeholder collaboration, establishing a foundation for sustained increases in food production in the medium term.

Key words: territorial development, participatory diagnoses, knowledge management, food production, agricultural sustainability

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos en Cuba representa un desafío estratégico, especialmente en provincias como Mayabeque, donde el sector agropecuario —pese a contar con un potencial productivo significativo y la presencia de importantes instituciones científicas— enfrenta limitaciones estructurales que impiden satisfacer la demanda interna de proteínas de origen animal y vegetal (Ortiz *et al.*, 2020). Ante esta situación, los proyectos de I+D+i "Encadenamientos productivos de alimentos en Mayabeque. Estrategias de gestión del conocimiento para su conversión en cadenas de valor" (EPAM) y "Sistema de capacitación para los actores de la producción de aves, cerdos y conejos en tres municipios de la provincia Mayabeque" (CAPacc) han desarrollado, durante 2024-2025, diagnósticos participativos en seis municipios. Estos diagnósticos han abordado dimensiones complementarias: la caracterización de formas productivas, el mapeo de actores, la evaluación de sostenibilidad mediante la metodología SAFA y la identificación de necesidades de capacitación en la producción de animales monogástricos.

Los elementos expuestos hasta el momento fungen como justificación para la formulación del siguiente problema científico: ¿Cómo los resultados de EPAM y CAPacc contribuyen al incremento de la producción de alimentos en el Mayabeque?

Objetivo: Determinar el aporte de los resultados de los diagnósticos realizados por los proyectos EPAM y CAPacc al incremento de la producción de alimentos en la provincia Mayabeque.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó un enfoque mixto, que combinó el análisis sistemático de referentes teóricos por medio de los métodos histórico-lógico, análisis-síntesis e inducción-deducción, y de métodos empíricos como el análisis documental derivado de la implementación de los proyectos EPAM y CAPacc en la provincia Mayabeque durante el período 2024-2025.

Complementariamente, se aplicó un enfoque de sistematización de experiencias para reconstruir analíticamente los procesos de gestión del conocimiento implementados por ambos proyectos, siguiendo la metodología propuesta por Simbaña et al. (2024) para la sistematización participativa. Este enfoque permitió extraer aprendizajes sobre las condiciones que facilitan o limitan la apropiación de los resultados diagnósticos por parte de los actores locales.

La investigación se estructuró en tres fases secuenciales: (1) recopilación y organización de la documentación generada por los proyectos, (2) análisis de contenido de los documentos seleccionados y (3) triangulación de la información con fuentes primarias y secundarias para establecer las relaciones entre diagnósticos, acciones implementadas y resultados productivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los proyectos EPAM y CAPacc generaron, durante 2024-2025, diagnósticos participativos en seis municipios de Mayabeque (Güines, Madruga, Jaruco, Bejucal, Quivicán y San José de las Lajas), identificando 35 formas productivas distribuidas en 27 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS), 3 Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), 3 fincas independientes y 2 Unidades Empresariales de Base (UEB), con 104 tipos de producciones asociadas a encadenamientos de viandas, vegetales, frutas, carnes y leche (EPAM, 2025). Esta diversidad refleja la complejidad del entramado productivo y exige estrategias diferenciadas de gestión del conocimiento, tal como señalan Dávila *et al.* (2024) sobre las limitaciones en los sistemas de innovación agropecuaria cubana.

El diagnóstico específico de CAPacc en aves, cerdos y conejos, aplicado a 11 productores y 7 entidades estatales, reveló que el 90 % reconoce la importancia de capacitarse, aunque su nivel de conocimiento actual es bajo y solo el 45,5 % posee tierras formalmente. La estructura productiva es predominantemente de pequeña escala, con promedio de 2,3 personas por unidad (40 % mujeres), y los productores priorizan modalidades presenciales y talleres prácticos. La totalidad reporta prácticas ambientales (reutilización de residuos, uso de estiércol, técnicas agroecológicas), lo cual constituye una base para sistemas circulares (CAPacc, 2025).

La evaluación de sostenibilidad mediante metodología SAFA en Güines y Jaruco desde CAPacc mostró un perfil medio-bajo con debilidades comunes: en gobernanza, deficiencias en ética corporativa y manejo holístico; en integridad ambiental, solo la gestión del agua es adecuada, siendo inaceptable el uso de materiales y energía por alta dependencia de insumos externos; en resiliencia económica, debilidades críticas en inversiones e información del producto, aunque Güines presenta mejores indicadores por su diversificación. Las fortalezas se concentran en bienestar social, con niveles ideales en derechos laborales, salud y seguridad, y equidad moderada asociada a participación femenina en Jaruco, lo cual coincide con Cruz *et al.* (2025) sobre las debilidades de gobernanza que afectan la sostenibilidad.

Como acciones derivadas, se diseñó un sistema de capacitación de diez módulos (producción sostenible, sanidad, nutrición, reproducción, mejora genética, gestión ambiental, responsabilidad social y análisis de información), se capacitaron cerca de 100 productores, se crearon tres repositorios digitales en Mendeley, se realizaron 22 talleres y se generaron ponencias científicas, así como una tesis de maestría defendida y dos en proceso. Ambos proyectos desarrollaron una estrategia de comunicación e información articulada, con identidad visual propia (logos, acrónimos, materiales promocionales) y contribución al enfoque "Una Salud".

La contribución de los diagnósticos al incremento de la producción de alimentos opera mediante cuatro mecanismos: fortalecimiento de capacidades (productores capacitados en legislación y alimentación alternativa), identificación de brechas estructurales (precariedad en tenencia de tierra, debilidades en gobernanza, alta dependencia de insumos externos y fractura de cadenas

como la cunicultura), generación de insumos para la planificación territorial y articulación multiactoral mediante grupos de trabajo estables y el Foro de Innovación. Aunque el período de un año impide atribuir mejoras productivas directas, los diagnósticos establecen las bases para transformaciones sostenidas en el mediano plazo, fortaleciendo la soberanía alimentaria en Mayabeque mediante un enfoque social y productivo.

CONCLUSIONES

La determinación del aporte de los resultados de los diagnósticos realizados por los proyectos EPAM y CAPacc al incremento de la producción de alimentos en la provincia Mayabeque con un marcado énfasis en su dimensión social identificó la presencia de 35 formas productivas en seis municipios y 104 tipos de producciones asociadas a encadenamientos de viandas, vegetales, frutas, carnes y leche. En ese escenario la formación de capacidades emerge como un instrumento que potencia el incremento y la calidad de las producciones.

Las acciones realizadas han fortalecido capacidades locales, visibilizado brechas estructurales y articulado espacios multiactorales para la innovación. Estos aportes establecen las bases para incrementos sostenidos de la producción de alimentos en el mediano y largo plazo, aunque la atribución directa de mejoras productivas en el corto plazo se ve limitada por la multiplicidad de factores incidentes. La continuidad de estos procesos y su integración en las políticas territoriales resultan condiciones necesarias para consolidar transformaciones socioproductivas y fortalecer la soberanía alimentaria en Mayabeque.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz, M., Hidalgo, Almeida, D., Noa, S., Faba, M. B., & Soto, C. E. 2025. Referentes bibliográficos que sustentan la concepción teórico-metodológica para la capacitación a decisores municipales en seguridad y soberanía alimentaria. Revista OMI Internacional, 2(2). https://revistaomi.org/index.php/omi/article/view/15/22

Dávila, G. R., López, M. J., & Martínez, O. 2024. La gestión de conocimientos en el contexto del sistema alimentario local de municipios cubanos. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 12(1). http://scielo.sld.cu/pdf/reds/v12n1/2308-0132-reds-12-01-e11.pdf

Ortiz, R., Acosta, R., Angarica, L., Benítez, B., & Moreno, I. 2020. La accesibilidad alimentaria en municipios de las provincias de Mayabeque y Artemisa. Una visión de consumidores. Cultivos Tropicales, 41(1). http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n1/1819-4087-ctr-41-01-e03.pdf

Proyecto PT223MY002-003. 2025. Sistema de capacitación para los actores de la producción de aves, cerdos y conejos en tres municipios de la provincia Mayabeque (CAPacc). Informe Científico Técnico Parcial. Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Proyecto PN223LH011-028. 2025. Encadenamientos productivos de alimentos en Mayabeque. Estrategias de gestión del conocimiento para su conversión en cadenas de valor (EPAM). Informe Científico Técnico Parcial. Centro de Estudios para la Gestión del Desarrollo (CEGED), Universidad Agraria de La Habana (UNAH).

Simbaña, H., Haro, O., Burbano, E., & Romero, C. G. 2024. Sistematización de experiencias de la intervención pedagógica rural, resultado de la curricularización de la extensión universitaria. Journal of Science and Research, 9(INNOVA 2023), 105-116. http://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/download/3069/2788

MODELO DE GESTIÓN TRANSPARENTE Y AUDITABLE DE DONACIONES PARA PERSONAS EN CONDICIÓN DE VULNERABILIDAD: CASO PARROQUIA DE GÜINES

A TRANSPARENT AND AUDITABLE MANAGEMENT MODEL FOR DONATIONS TO VULNERABLE PEOPLE: THE CASE OF THE GÜINES PARISH

Juan Carlos Estévez Díaz

TCP,Cuba.
Autor para correspondencia: juanestevezdiaz9609@gmail.com

RESUMEN

Como resultado de las diferentes dificultades por las que atraviesa la sociedad cubana, la parroquia San Julián de los Güines, de conjunto con su comunidad, y con los pocos recursos con que cuenta, canaliza pequeñas donaciones de medicamentos, ropa y alimentos a personas necesitadas. Además realiza labores de comedor social y contribuye a la alimentación de 20 pacientes del Centro Psicopedagógico del municipio. El objetivo general del trabajo es crear un modelo transparente y auditable que permita incrementar la capacidad de captación, gestión y entrega de donaciones a personas vulnerables. Se utilizaron métodos y técnicas como: el análisis documental, la entrevista, la observación científica, funciones de búsqueda y referencia avanzada de Microsoft Excel y el modelo de negocios CANVAS. Como principales resultados, se obtuvo el diseño integral del CANVAS, alineando la propuesta de valor con la trazabilidad institucional. Asimismo, se desarrolló una herramienta operativa en Excel que automatiza el registro de donantes, el control de inventarios y la generación de estadísticas que muestran el impacto territorial de las ayudas. Se concluye que la integración de estas herramientas permite profesionalizar la gestión filantrópica, garantizando que cada recurso sea auditable. Este modelo no solo cumple con el objetivo de optimizar la captación de recursos, sino que fortalece la confianza de los donantes y dignifica la atención a los beneficiarios, ofreciendo una solución técnica y humana viable para el contexto territorial.

Palabras claves: modelo CANVAS; gestión de donaciones; transparente y auditable; impacto territorial.

ABSTRACT

As a result of the various hardships facing Cuban society, the San Julián de los Güines parish, together with its community and limited resources, channels small donations of medicine, clothing, and food to people in need. Additionally, it operates a soup kitchen and contributes to the nutrition of 20 patients at the municipal Psychopedagogical Center. The general objective of

this work is to create a transparent and auditable model to increase the capacity for attracting, managing, and delivering donations to vulnerable individuals. The study employed methods and techniques such as documentary analysis, interviews, scientific observation, advanced Microsoft Excel lookup and reference functions, and the CANVAS business model. Key results included the comprehensive design of the CANVAS, aligning the value proposition with institutional traceability. Furthermore, an operational tool was developed in Excel to automate donor registration, inventory control, and the generation of statistics reflecting the territorial impact of the aid provided. It is concluded that the integration of these tools professionalizes philanthropic management, ensuring that every resource is auditable. This model not only fulfills the objective of optimizing resource mobilization but also strengthens donor trust and dignifies the care provided to beneficiaries, offering a technically and humanly viable solution for the local context.

Key words: CANVAS model; donation management; transparent and auditable; territorial impact.

INTRODUCCIÓN

En el contexto socioeconómico actual, la gestión de la filantropía ha dejado de ser una actividad puramente asistencialista para convertirse en un proceso que demanda profesionalización y rigor técnico. Para organizaciones comunitarias y religiosas, como la Parroquia de Güines, la captación y distribución de recursos (medicamentos, alimentos y ropa) representa un desafío logístico frente a la escasez y la vulnerabilidad creciente. Según Bernal (2023), la transparencia en el manejo de fondos y especies no es solo un requisito ético, sino una ventaja estratégica que permite fortalecer la confianza del donante y garantizar la sostenibilidad del impacto social a largo plazo.

En este escenario, el uso de herramientas de gestión empresarial aplicadas al entorno social cobra relevancia. El modelo de negocios CANVAS permite estructurar de forma lógica cómo una organización crea y entrega valor a sus beneficiarios. Al respecto, Osterwalder y Pigneur (2010) sostienen que la visualización sistémica de los procesos organizacionales es fundamental para identificar los recursos y actividades clave que aseguren una propuesta de valor coherente. Para el caso de las donaciones, esta propuesta de valor debe centrarse en la trazabilidad institucional.

Finalmente, la integración de herramientas digitales básicas, como Microsoft Excel, actúa como un catalizador para la eficiencia operativa en contextos de recursos limitados. Como señala Ramírez (2021), la automatización de registros y la generación de estadísticas no solo optimizan el control de inventarios, sino que dignifican la atención al beneficiario al ofrecer una respuesta técnica viable y humana ante las necesidades del territorio.

Objetivo: Crear un modelo transparente y auditable que permita incrementar la capacidad de captación, gestión y entrega de donaciones a personas vulnerables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron métodos y técnicas como: el análisis documental, la entrevista, la observación científica, funciones de búsqueda y referencia avanzada de Microsoft Excel y el modelo de negocios CANVAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de negocios CANVAS es un método que describe a partir de 9 bloques y de manera lógica, la forma en que las organizaciones crean, entregan y capturan valor Osterwalder (2004). En la siguiente imagen se pueden visualizar los 9 bloques, así como su posición y relación con el resto de los bloques dentro del CANVAS.

Modelo de negocios CANVAS conformado por 9 bloques



Fuente: video tutorial *"El modelo CANVAS paso a paso ejemplo práctico"*

A partir de la estructura visual presentada, se procede a detallar cada uno de los nueve módulos que integran el modelo de gestión propuesto. En este análisis, se examina cómo la interconexión estratégica de estos bloques permite articular una respuesta técnica y humana, garantizando la transparencia operativa y el impacto social deseado en el territorio.

INTERJOVEN

1 Propuesta de valor

Donantes:

- ✓ Transparencia y trazabilidad de sus donaciones hasta el beneficiario.
- ✓ Incentivo de gratitud por su labor filantrópica.
- ✓ Emitir un comprobante de la donación recibida.
- ✓ Reporte con información del impacto de la donación recibida.
- ✓ Conexión directa con la necesidad real (lista de los recursos que más se necesita).

Beneficiarios: Alimentos, ropa, medicamentos y experiencias (viajes, actividades, encuentros comunitarios).

2 Clientes

Donantes:

- ✓ Fieles y miembros de la comunidad (nacionales y de la diáspora).
- ✓ Emprendedores TCP, y sector empresarial que buscan un canal seguro para ejercer su responsabilidad social.
- ✓ Proyectos de desarrollo local e investigación que requieren ejecutar recursos con salida de impacto social y territorial auditable.
- ✓ Agencias de cooperación internacional y fundaciones.
- ✓ Organizaciones religiosas internacionales.

Beneficiarios:

- ✓ Personas en situación de vulnerabilidad económica y social, (ancianos, niños sin amparo familiar, discapacitados, enfermos etc).
- ✓ Personas con discapacidad mental que requieren atención y seguimiento específico.

3 Canales

Donantes:

- ✓ Grupo de WhatsApp integrado por donantes en el que se compartan reportes de impacto y mensajes de agradecimiento de los beneficiarios).
- ✓ Elaborar plegable en el que se divulgue la actividad del proyecto y un listado de prioridades con los recursos que más se necesita.
- ✓ Invitar a personas con influencia en redes sociales a formar parte de actividades de elaboración de alimentos o entrega de donaciones que permita la creación de contenido de calidad, respetando la identidad de los beneficiarios y donantes que no deseen ser publicados.
- ✓ Participar en eventos, ferias y encuentros de diferente índole en los que se pueda compartir la labor que se realiza.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba
interjovenicacuba@gmail.com

Beneficiarios: Recogida en puntos establecidos, Entrega directa a personas con discapacidad, encamados o ancianos y entrega directa en centros de atención.

3 Relación con los clientes

Donantes:

- ✓ Reciben un trato personalizado, amable de gratitud.
- ✓ -Se le entrega un comprobante con todos los datos de su donación.
- ✓ Al ser agregado al grupo de WhatsApp pueden recibir información como reportes, mensajes de agradecimiento de los beneficiarios e incentivos que premien la labor de donante.
- ✓ Se les invita a formar parte de la elaboración de alimentos y la entrega de donaciones.

Beneficiarios:

- ✓ Trato digno y humanizado.
- ✓ Respeto, garantizando que su situación de vulnerabilidad sea tratada con discreción y ética
- ✓ Privacidad y confidencialidad, asegurarle que sus datos personales solo se usan con su consentimiento para transparencia con los donantes.
- ✓ Se establecen canales de escucha y retroalimentación para saber si lo que se entrega es realmente lo que necesitan.

4 Fuentes de ingreso.

- ✓ Donaciones (en especie, monetario y apoyo logístico).
- ✓ Rifas, eventos, venta de artículos (merchandising), con fines recaudatorios.
- ✓ Cooperación con marcas o negocios mediante patrocinio a cambio de visibilidad.
- ✓ Aplicación a fondos concursables de fundaciones y agencias de cooperación internacional.

5 Recursos claves.

- ✓ Punto de recolección y acopio.
- ✓ Transporte propio o de voluntarios.
- ✓ Stock de inventario de donaciones.
- ✓ Sistema de gestión de inventario, trazabilidad y reporte (permite mantener un registro de donantes y trazabilidad de las donaciones hasta llegar al beneficiario, brindando reporte y evidencia del impacto de la donación).
- ✓ Base de datos de beneficiarios (segmentado y actualizado).
- ✓ Red de voluntarios.
- ✓ *Community Manager* (persona encargada de mantener relación con los donantes y captar nuevos operadores).

- ✓ Marca y reputación (el historial de transparencia es el recurso intelectual más valioso que identifica la marca).
- ✓ Cocina y utensilios para elaborar y servir comidas.

6 Actividades claves

- ✓ Gestión del grupo de donantes en Whatsapp.
- ✓ Búsqueda sistemática y aplicación a convocatorias de fundaciones y agencias de cooperación internacional.
- ✓ Clasificación, almacenamiento y distribución de suministros.
- ✓ Registro digital de los donantes y sus donaciones en Excel, así como mantener la trazabilidad de las mismas hasta llegar a los beneficiarios.
- ✓ Gestión y actualización de la base de datos de beneficiarios.
- ✓ Conciliación mensual de inventarios vs. Entregas.
- ✓ Elaboración y envío de reportes de impacto de la entrega de donaciones a los donantes.
- ✓ Emisión de comprobantes y gratitud a los donantes por cada donación recibida.
- ✓ Diagnóstico y evaluación constantes de las necesidades de los grupos vulnerables.

7 Asociaciones claves

- ✓ Negocios locales y cuentapropistas.
- ✓ Miembros de la comunidad.
- ✓ Otras parroquias o instituciones religiosas.
- ✓ Centros de cuidado de ancianos, niños sin amparo familiar y personas con discapacidad física y mental.
- ✓ Diáspora de la comunidad.
- ✓ Gestores de proyectos con salida de impacto social y territorial.

9 Costos.

Costos fijos: -Gastos operativos de la parroquia (agua, electricidad).

- ✓ Mantenimiento de equipos.
- ✓ Gastos de conectividad y telefonía para gestión de redes sociales.

Costos Variables: -Combustible y logística de distribución.

- ✓ Costos de papelería o impresión.
- ✓ Materiales de limpieza y desinfección.
- ✓ Viáticos para equipo de voluntarios.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba
interjovenicacuba@gmail.com

Complementariamente al diseño del CANVAS, se desarrolló una herramienta operativa en Microsoft Excel que materializa la trazabilidad del modelo. Esta solución técnica permite automatizar el registro de donantes, la gestión de inventarios y la generación de indicadores de impacto territorial en tiempo real. De este modo, la herramienta transforma la planificación estratégica en una plataforma auditable que garantiza la transparencia y profesionaliza la labor filantrópica de la institución.

CONCLUSIONES

Se concluye que la implementación del modelo estratégico y la herramienta en Excel profesionalizan la labor filantrópica de la Parroquia de Güines. Demostrando que la integración de estos instrumentos garantiza una trazabilidad institucional auditable, optimizando la captación de recursos y fortaleciendo la confianza de los donantes. Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que dignifica la atención a los beneficiarios mediante una solución técnica humana y viable para el contexto territorial.

BIBLIOGRAFÍA

Bernal, C. A. 2023. Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (6.ª ed.). Pearson Educación, México.

Osterwalder, A. &. Pigneur. 2010. Generación de modelos de negocio: Un manual para visionarios, revolucionarios y retadores. Ed. Deusto, España.

Osterwalder, A. 2004. The business model ontology a proposition in a design science approach. Université de Lausanne, Faculté des hautes études commerciales.

Ramírez, J. F. 2021. Tecnologías de la información para la gestión social: Eficiencia y transparencia en organizaciones sin fines de lucro. Ed. Editorial Universitaria, Cuba.

ESTUDIANTES DE SECUNDARIA BÁSICA Y SU PAPEL EN LA EDUCACIÓN COMUNITARIA PARA LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA EN GÜINES, MAYABEQUE, CUBA

SECONDARY SCHOOL STUDENTS AND THEIR ROLE IN COMMUNITY EDUCATION FOR THE AGROECOLOGICAL TRANSITION IN GÜINES, MAYABEQUE, CUBA

Elianys Rodríguez Izquierdo[1]*, Juan Carlos Carulo Bergolla[1], Amelia Lorez Romero[1], Maday Moreno Ferrer[2], Roberto Díaz Villalón[2], Rafael Rodríguez Hernández[3]

[1] *Estudiante de octavo grado en el Centro Mixto Manuel Ascunce Domenech, Cuba*

[2]*Centro Mixto Manuel Ascunce Domenech, Cuba*

[3] *Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba*

[*]*Autor para correspondencia: rodriguezizquierdoelianys@gmail.com*

RESUMEN

Los sistemas agropecuarios del municipio Güines, Mayabeque, enfrentan erosión de suelos, contaminación de fuentes de agua y pérdida de cobertura forestal, lo que demanda participación de todos los actores locales, incluyendo a los estudiantes. Esta ponencia surge desde la experiencia de un estudiante de octavo grado del Centro Mixto "Manuel Ascunce Domenech" y reflexiona sobre el papel de los jóvenes de secundaria básica en la preservación ambiental y la educación comunitaria, en el contexto de la transición agroecológica en Güines. A partir de conversatorios con estudiantes de los tres años de secundaria, una visita a la Finca Agroecológica Ayala y el análisis de las actividades escolares y pioneriles durante el curso 2024-2025, se identificaron como limitaciones: escasa vinculación de los contenidos escolares con la realidad ambiental local, baja participación de los pioneros en iniciativas agroecológicas y ausencia de un programa sistemático de educación ambiental desde la escuela hacia la comunidad. Como potencialidad, que la mayoría de los estudiantes manifiesta preocupación por el medioambiente y disposición a aprender. Se proponen seis acciones: círculos de interés agroecológicos apoyados por el Instituto de Ciencia Animal, vinculación activa a la escuela de campo de la Finca Ayala y a otras fincas agroecológicas, uso de las asambleas de pioneros para debatir problemas ambientales locales, mayor vinculación curricular con la realidad de Güines, un Plan de Acción Verde diseñado por los estudiantes y la formación de adolescentes como educadores ambientales de sus pares. Se concluye que los estudiantes de secundaria básica son un actor potencialmente transformador que requiere acompañamiento institucional y que los adultos confíen en su capacidad para actuar desde el presente.

Palabras clave: adolescentes, secundaria básica, educación ambiental, agroecología, pioneros

ABSTRACT

The agricultural and livestock systems of the Güines municipality, Mayabeque, face soil erosion, contamination of water sources and loss of forest cover, which demands participation from all local actors, including students. This paper arises from the experience of an eighth-grade student at the Mixed Center "Manuel Ascunce Domenech" and reflects on the role of secondary school students in environmental preservation and community education, in the context of the agroecological transition in Güines. Based on discussion groups with students from the three secondary school grades, a visit to the Ayala Agroecological Farm and the analysis of school and pioneer activities during the 2024-2025 academic year, the following limitations were identified: limited connection of school content with the local environmental reality, low participation of pioneers in agroecological initiatives and absence of a systematic environmental education program from the school to the community. As a potentiality, most students express concern for the environment and willingness to learn. Six actions are proposed: agroecological interest circles supported by the Institute of Animal Science, active involvement in the field school at Ayala Farm and other agroecological farms, use of pioneer assemblies to discuss local environmental problems, greater curricular connection with the reality of Güines, a Green Action Plan designed by students and the training of adolescents as environmental educators of their peers. It is concluded that secondary school students are a potentially transformative actor that requires institutional support and that adults trust in their ability to act from the present.
Key words: teenagers, secondary school, environmental education, agroecology, pioneers

INTRODUCCIÓN

Los sistemas agropecuarios del municipio Güines, provincia Mayabeque, enfrentan graves problemas ambientales: erosión de los suelos por prácticas inadecuadas, contaminación de las fuentes de agua (especialmente el río Mayabeque y sus afluentes) y pérdida de cobertura forestal por la tala indiscriminada (CITMA Mayabeque, 2023; González Duarte, 2023). Estos problemas afectan la capacidad productiva del territorio y la calidad de vida de sus habitantes. Cuba impulsa una transición hacia modelos agroecológicos enmarcada en la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria (Ley 150/2022) y en la Estrategia Ambiental Nacional. Dicha transición requiere la participación de todos los actores locales, no solo productores y técnicos, sino también estudiantes y sus familias.

Sin embargo, en Güines se observa una limitada participación de los estudiantes de secundaria básica en iniciativas de preservación ambiental y educación comunitaria. La escuela, a pesar de contar con asignaturas como Biología, Geografía y Química que abordan temáticas ambientales, no logra articular estos contenidos con los problemas concretos del territorio (Centro Mixto “Manuel Ascunce Domenech”, 2025). La Organización de Pioneros José Martí (OPJM) desarrolla actividades donde el componente ambiental tiene un peso insuficiente y se le da escaso seguimiento a las acciones que se proponen (OPJM, 2021).

Esta ponencia surge desde la experiencia de un estudiante de octavo grado del Centro Mixto "Manuel Ascunce Domenech". A partir del diálogo con otros estudiantes de secundaria básica, la visita a una finca agroecológica del municipio y el análisis crítico de las actividades escolares y pioneriles, se busca reflexionar sobre el papel que pueden desempeñar los jóvenes de secundaria

básica en la preservación ambiental y la educación comunitaria en el contexto de la necesaria transición agroecológica en Güines.

Objetivo: Reflexionar sobre el papel de los estudiantes de secundaria básica en la preservación del medioambiente y la educación ambiental comunitaria como contribución a la transición agroecológica de los sistemas agropecuarios del municipio Güines, Mayabeque, Cuba, a partir de la experiencia de estudiantes del Centro Mixto "Manuel Ascunce Domenech".

MATERIALES Y MÉTODOS

Contexto y período de estudio. El trabajo se desarrolló entre octubre de 2025 y marzo de 2026 en el Centro Mixto "Manuel Ascunce Domenech", ubicado en un barrio con una elevada vulnerabilidad social y ambiental en el municipio Güines, provincia Mayabeque.

Participantes. La experiencia involucró tres estudiantes de octavo grado del grupo 8vo B, profesores y directivos del Centro Mixto y el apoyo metodológico de un investigador del Instituto de Ciencia Animal, quienes actuaron como facilitadores y sistematizadores del proceso. Adicionalmente, participaron otros estudiantes de los tres años de secundaria básica (séptimo, octavo y noveno grados), con edades entre 12 y 15 años.

Procedimientos. Se desarrollaron tres tipos de actividades:

- ✓ ***Conversatorios grupales***: Se aprovecharon encuentros durante los horarios de Formación Cívica y en los recesos. Los temas abordados fueron: problemas ambientales percibidos en los sistemas agropecuarios de Güines, conocimiento sobre agroecología, participación en actividades ambientales escolares y pioneriles, y propuestas de acciones desde la escuela.
- ✓ **Visita a la Finca Agroecológica Ayala.** Se coordinó una visita de un día a esta finca, ubicada en los límites entre los municipios Güines y San José de las Lajas, en la rivera del rio Mampostón. Durante la visita, los estudiantes conocieron prácticas agroecológicas concretas: elaboración de abonos orgánicos (compost, humus de lombriz), preparación de biocontroladores de plagas, manejo del suelo sin quemas, producción de semillas locales, producción de piensos criollos y cría de cerdos capa oscura en pastoreo.
- ✓ **Análisis documental.** Se revisó el Plan de Trabajo de la Organización de Pioneros José Martí correspondiente al curso 2024-2025, con el objetivo de identificar la cantidad y calidad de las actividades ambientales realizadas. También se revisaron los programas de las asignaturas Biología, Geografía y Química de secundaria básica (Centro Mixto, 2025).
- ✓ **Análisis de la información.** Las ideas y opiniones recogidas en los conversatorios se sistematizaron en un registro escrito. La información se organizó en categorías: problemas ambientales percibidos, nivel de participación, barreras identificadas y propuestas. Los resultados se presentan de forma descriptiva, coherente con el carácter testimonial y propositivo de esta ponencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los conversatorios, se identificaron diversos problemas ambientales en los sistemas agropecuarios y urbanos de Güines. Los más mencionados fueron: acumulación de basura en espacios públicos, contaminación de las aguas del río Mayabeque, tala indiscriminada de árboles para producir carbón sin reposición y erosión de suelos en áreas de cultivo cercanas a la escuela. Sin embargo, pocos estudiantes mencionaron problemas directamente relacionados con la agricultura o el suelo, lo que evidencia una desconexión entre la percepción ambiental cotidiana y las problemáticas productivas de fondo. Estos hallazgos coinciden con lo señalado en la Estrategia Ambiental Municipal de Güines (CITMA Mayabeque, 2023), donde se documenta la degradación ambiental del territorio.

Entre los problemas detectados se encontró una participación muy baja en alguna iniciativa ambiental en los últimos doce meses (principalmente limpiezas escolares organizadas el 17 de mayo, Día de la Agricultura, y una reforestación puntual). No se detectó ninguna actividad formativa sobre agroecología o en proyectos comunitarios relacionados con temáticas ambientales si existieran en el territorio, lo que resulta sorprendente dado el carácter netamente agropecuario de la economía local.

Por otro lado, a partir del análisis documental (Centro Mixto, 2025; OPJM, 2021) y los conversatorios, se identificaron tres limitaciones principales:

- ✓ Escasa vinculación de los contenidos escolares con la realidad ambiental local.
- ✓ Baja participación de los pioneros en iniciativas agroecológicas.
- ✓ Ausencia de un programa sistemático de educación ambiental desde la escuela hacia la comunidad.

Respecto a la primera limitación, se apreció que los contenidos de Biología, Geografía y Química se abordan de manera teórica y con ejemplos genéricos, sin conexión con los problemas concretos del municipio. Una estudiante comentó: "En Biología estudiamos los ecosistemas, pero nunca fuimos al río Mayebeque".

Con relación a la segunda limitación, el análisis del plan de trabajo de la OPJM para el curso 2024-2025 mostró que solo un bajo por ciento de las actividades planificadas estaba relacionado con el medioambiente (una charla sobre reciclaje y una jornada de limpieza). Ninguna abordaba la agroecología, la conservación de suelos, la agroforestería, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero u otras temáticas muy actuales en el debate público mundial (OPJM, 2021).

Finalmente, se apreció que las actividades existentes son aisladas, dependen de iniciativas personales de docentes y no tienen continuidad a lo largo del curso escolar ni llegan a las familias y vecinos de la comunidad aledaña a la escuela.

Sin embargo, se identificaron potencialidades existentes. Como principal potencialidad, la manifiesta preocupación por el medioambiente y la disposición a aprender y que los estudiantes y los claustros no sean meros espectadores. En los conversatorios se expresó interés en recibir capacitación sobre agroecología y en participar en actividades prácticas fuera del aula.

La visita a la Finca Agroecológica Ayala constituyó una experiencia transformadora donde los estudiantes involucrados en el estudio pudieron observar y participar en actividades prácticas: preparación de compost, identificación de insectos benéficos y siembra de cultivos asociados. Esto permitió por primera vez una comprensión concreta de qué significa la agroecología. Esta experiencia demuestra el valor de las escuelas de campo como metodología efectiva para despertar el interés juvenil, aunque en el sistema educacional de Güines estas prácticas no forman aún parte de un programa sistemático.

A partir de las reflexiones colectivas, se elaboraron las siguientes propuestas para transformar la realidad no deseada y alcanzar el estado deseado en que los estudiantes, la escuela y la comunidad se involucren de una manera más sistemática y efectiva en la educación comunitaria que es fundamental para la transición agroecológica de los sistemas productivos locales:

1. Crear un círculo de interés agroecológico apoyado por el Instituto de Ciencia Animal (ICA), teniendo en cuenta las experiencias positivas logradas por el ICA al vincularse a círculos de interés en escuelas primarias y secundarias, así como el preuniversitario del municipio. Se propone la creación de un círculo de interés permanente, con asesoría de especialistas del ICA, donde los estudiantes aprendan sobre abonos orgánicos, control biológico, conservación de suelos, sistemas silvopastoriles y sistemas sostenibles de producción.
2. Vinculación activa a la escuela de campo de la Finca Ayala y a otras fincas agroecológicas del municipio. Se sugiere un programa de visitas sistemáticas (al menos cuatro por curso escolar) a la Finca Ayala y otras fincas demostrativas de Güines. Su implementación requiere la búsqueda de soluciones audaces para superar los problemas de transporte que hoy existen en Cuba.
3. Uso de las asambleas de pioneros para debatir problemas ambientales locales. Al menos una asamblea por trimestre se dedicaría a un problema ambiental concreto del municipio, con exposiciones de los propios estudiantes, en correspondencia con los lineamientos del programa educativo de la OPJM (2021) y un debate intencionado para desde su mirada transformar el entorno, educar a la comunidad y pasar de actores pasivos a participar de manera activa en la transición agroecológica del municipio.
4. Mayor vinculación curricular con la realidad de Güines. Se sugiere rediseñar algunas actividades prácticas de Biología, Geografía y Química para que estén contextualizadas localmente (estudio del ecosistema del río Mayabeque o Mampostón, análisis de calidad del agua, cartografía ambiental participativa, observación de aves silvestres, identificación de especies forestales, etc.).
5. Plan de Acción Verde diseñado por los estudiantes. Para ello, se plantea que cada grupo de secundaria elaboraría al inicio del curso un plan con 3 a 5 acciones ambientales concretas, se evaluaría su cumplimiento y se reconocería al grupo más destacado.
6. Formación de adolescentes como educadores ambientales de sus pares. Como resultado de las cinco propuestas anteriores, se lograría un grupo de estudiantes capacitados que voluntariamente ayudarían a replicar lo aprendido con estudiantes de grados inferiores y de escuelas primarias.

Sin embargo, la realidad cubana actual impone serias limitaciones a la vida cotidiana de los adolescentes cubanos. Los propios estudiantes reconocieron limitaciones objetivas: escasez de recursos materiales (herramientas, transporte, papelería), falta de tiempo de los profesores y el riesgo de que las iniciativas queden sin seguimiento institucional. Por eso, se requiere el compromiso tanto de los estudiantes como de los adultos si se quiere realmente lograr la transición agroecológica que pasa necesariamente por cambios en la forma de pensar y de hacer de los productores, pero también de los habitantes de las comunidades.

CONCLUSIONES

Se concluye que los estudiantes de secundaria básica constituyen un actor potencialmente transformador que requiere acompañamiento institucional y, fundamentalmente, la confianza de los adultos para actuar desde el presente. Solo así se podrá ganar conciencia ambiental en las comunidades aledañas a sus escuelas y apoyar activamente la transición agroecológica de los sistemas productivos del municipio Güines.

BIBLIOGRAFÍA

CITMA Mayabeque. 2023. Estrategia Ambiental Municipal de Güines 2023-2027. Delegación Territorial CITMA Mayabeque.

Centro Mixto "Manuel Ascunce Domenech". 2025. Plan de trabajo de la Organización de Pioneros José Martí. Curso 2024-2025. Archivo de la dirección escolar.

González Duarte, B. E. 2023. Prioriza CITMA de Mayabeque identificación de fuentes contaminantes. Radio Mayabeque. Recuperado de: https://www.radiomayabeque.icrt.cu/2023/06/06/prioriza-citma-de-mayabeque-identificacion-de-fuentes-contaminantes/

Ley 150/2022. Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Edición Extraordinaria No. 107.

OPJM (Organización de Pioneros José Martí). 2021. Programa educativo de la OPJM para la secundaria básica. Dirección Nacional.

PLAN DE ACCIÓN PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL EN INGLÉS EN SECUNDARIA BÁSICA PARA EL ODS 15 (VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES)

ACTION PLAN FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN ENGLISH IN BASIC SECONDARY SCHOOL FOR SDG 15 (LIFE OF EARTH ECOSYSTEMS)

Susel Marian Hernández Lemus

Escuela Secundaria Básica Urbana "Ignacio Agramonte y Loynaz", Cuba.
Autor para correspondencia: suselmarianh@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue diseñar un plan de acción para la educación ambiental enfocado en el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) desde el círculo de interés en idioma inglés en la ESBU "Ignacio Agramonte y Loynaz" del municipio San José de las Lajas. Para ello, se empleó el huerto escolar con siembra de plátano fruta (*Musa sp.*) y las áreas verdes de la secundaria como contexto temático para la enseñanza del inglés en correspondencia con el ODS 15. Se trabajó en total con 10 estudiantes de octavo grado. Se diseñó un plan de acción de seis semanas con técnicas pedagógicas convencionales (diagnóstico, enseñanza de vocabulario, lectura guiada, salida dirigida, producción escrita, entre otras). En el diagnóstico inicial el 100 % de los estudiantes (n=10) respondieron bien a las preguntas orales en español sobre el entorno vegetal de la escuela. En la segunda semana, el dictado y la repetición en coro resultaron efectivos (90 % de aciertos). En la lectura guiada (semana 3) el 80 % tuvo buen desempeño, y el 20 % presentó dificultades en las preguntas de comprensión (yes/no). La salida dirigida al huerto (semana 4) resultó efectiva para el 100 % de los estudiantes. La producción de frases para los carteles bilingües (semana 5) alcanzó un 10 % de corrección ortográfica y gramatical, y una participación del 100 %. En la evaluación final (semana 6), el 90 % de los alumnos asimiló de manera satisfactoria el vocabulario estudiado. Se concluye que el plan de acción para la educación ambiental enfocado en el ODS 15, mostró resultados satisfactorios en el grupo de estudiantes pertenecientes al círculo de interés en idioma inglés.

Palabras clave: huerto escolar, vocabulario, técnicas pedagógicas, comprensión oral

ABSTRACT

The objective of this project was to design an action plan for environmental education focused on SDG 15 (Life on Land) within the English language interest group at the "Ignacio Agramonte y Loynaz" Secondary School in the municipality of San José de las Lajas. The school garden, planted with plantains (Musa sp.), and the school's green areas were used as thematic contexts for teaching English in accordance with SDG 15. A total of 10 eighth-grade students participated. A six-week action plan was designed using conventional pedagogical techniques (diagnostic assessment, vocabulary instruction, guided reading, field trips, written production, among others). In the initial diagnostic assessment, 100% of the students (n=10) answered the oral questions in Spanish about the school's vegetation correctly. In the second week, dictation and choral repetition proved effective (90% accuracy). In the guided reading activity (week 3), 80% of

students performed well, while 20% had difficulty with the yes/no comprehension questions. The guided field trip to the school garden (week 4) was effective for 100% of the students. The creation of sentences for the bilingual posters (week 5) achieved a 10% spelling and grammar accuracy rate and 100% participation. In the final assessment (week 6), 90% of the students satisfactorily assimilated the vocabulary studied. It is concluded that the environmental education action plan focused on SDG 15 showed satisfactory results among the group of students belonging to the English language interest group.

Key words: school vegetable garden, vocabulary, pedagogical techniques, oral comprehension

INTRODUCCIÓN

La educación ambiental constituye un eje transversal en el sistema educativo cubano, integrada oficialmente en los programas de todas las enseñanzas. Sin embargo, su desarrollo práctico en la asignatura Inglés suele limitarse a la lectura de textos o ejercicios de vocabulario aislados, lo que reduce el impacto formativo de esta intersección temática. En este contexto, la Escuela Secundaria Básica Urbana "Ignacio Agramonte y Loynaz", ubicada en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, cuenta con un huerto escolar donde se siembra plátano fruta (*Musa sp*.), así como áreas verdes con palmas reales y césped. Estos espacios, aunque utilizados eventualmente para actividades de educación laboral, no se aprovechan como recurso didáctico para la enseñanza del inglés.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible número 15 (Vida de ecosistemas terrestres) propone proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, combatir la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad. La escuela secundaria básica constituye un escenario propicio para la sensibilización temprana hacia estos propósitos, y el círculo de interés en idioma inglés ofrece un espacio extracurricular flexible para implementar experiencias innovadoras.

El presente trabajo se justifica, por tanto, por la necesidad de articular la educación ambiental y la enseñanza del inglés desde un enfoque práctico, situado y realista, que considere las características psicosociales de los adolescentes cubanos (12-15 años), las condiciones materiales de las escuelas secundarias y los principios pedagógicos del nivel.

Objetivo: Diseñar un plan de acción para la educación ambiental enfocado en el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) desde el círculo de interés en idioma inglés en la ESBU "Ignacio Agramonte y Loynaz" del municipio San José de las Lajas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Contexto y participantes

La experiencia se desarrolló en la ESBU "Ignacio Agramonte y Loynaz" del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, durante el curso escolar 2025-2026. Participaron 10 estudiantes de octavo grado, con edades comprendidas entre 13 y 14 años, pertenecientes al círculo de interés en idioma inglés que se reúne semanalmente en la institución. El nivel de competencia lingüística de los participantes es principiante (A1), con conocimientos elementales de vocabulario y estructuras gramaticales básicas.

Materiales

Se utilizaron recursos disponibles en la escuela o de bajo costo, tales como: pizarra y tiza, cuadernos y lápices de los estudiantes, cartulina reciclada (procedente de cajas de cartón), marcadores o pintura para carteles, huerto escolar con siembra de plátano fruta (*Musa sp*.) y áreas verdes (palmas reales, césped, entre otros).

Diseño del plan de acción

El plan de acción se diseñó con una duración de seis semanas, con frecuencia de un encuentro semanal de 45 minutos. Las técnicas pedagógicas empleadas se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Técnicas pedagógicas aplicadas por semana

Semana	Técnica	Descripción
1	Diagnóstico	Observación del huerto Preguntas orales en español sobre plantas, usos y consecuencias del daño de las mismas
2	Enseñanza de vocabulario	Presentación de 10 palabras (plant, leaf, soil, grass, palm tree, banana, garden, water, sun, air) Dictado, repetición en coro y completar oraciones en la pizarra
3	Lectura guiada	Lectura colectiva de texto breve Traducción de oraciones individuales Subrayado de vocabulario Preguntas de comprensión (yes/no)
4	Salida dirigida	Visita de 10-15 minutos al huerto Identificación de elementos (leaf, soil, palm tree) y registro escrito en cuaderno. Posibilidad de agregar una palabra adicional
5	Producción escrita	Elaboración de carteles bilingües con frases cortas (máximo 5 palabras en inglés) para proteger áreas verdes; uso de cartulina reciclada; exposición en el aula
6	Evaluación final	Prueba de completar oraciones en inglés Pregunta abierta en español sobre el cuidado del medio ambiente

Evaluación de los estudiantes

A partir del total de estudiantes del círculo de interés se determinó el porciento de la cantidad alumnos evaluados al inicio, durante y al finalizar el plan de acción, según sus habilidades (listening/escuchar, speaking/hablar, reading/leer y writing/escribir). Para ello, se utilizó la hoja de cálculo en Excel para Windows. Además, en cada etapa se observó el desempeño a nivel cualitativo (bien, regular y mal), basado en los criterios de la profesora sobre el comportamiento de los estudiantes, la participación en las actividades o el cumplimiento de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el diagnóstico inicial el 100 % de los estudiantes (n=10) respondieron bien a las preguntas orales en español sobre el entorno vegetal de la escuela, aunque ninguno empleó vocabulario en

inglés espontáneamente. En la segunda semana, el dictado y la repetición en coro resultaron efectivos (90 % de aciertos), y el desempeño fue bueno. Esto coincide con los planteamientos de Richards y Rodgers (2014) sobre el valor del enfoque estructural en niveles principiantes. Los autores plantearon que estas técnicas son apropiadas para grupos con limitada capacidad lingüística y con condiciones de clase numerosa.

En la lectura guiada (semana 3) el 80 % tuvo buen desempeño, sin embargo, el 20 % presentó dificultades en las preguntas de comprensión (yes/no). La salida dirigida al huerto (semana 4) resultó efectiva para el 100 % de los estudiantes, en la medida en que se limitó a 10-15 minutos y se estructuró con una tarea concreta de registro escrito. Este hallazgo concuerda con García y Fernández (2019), quienes señalan que las salidas pedagógicas en secundaria básica cubana solo son productivas cuando la duración no excede los 15 minutos y los estudiantes tienen una consigna clara de anotación.

La producción de frases para los carteles bilingües (semana 5) alcanzó un 10 % de corrección ortográfica y gramatical. Los estudiantes produjeron frases como "Care for the garden" (Cuida el jardín), "Don't step on the grass" (No pises el césped) y "Water the plants" (Riega las plantas), todas sin errores significativos. Por otra parte, la elaboración de carteles bilingües para el aula alcanzó una participación del 100 %, lo que sugiere que las tareas de producción escrita con función social visible (los carteles permanecen expuestos en el aula) resultan más motivadoras que las tareas de simulación.

En la evaluación final de la semana 6, el 90 % de los alumnos asimiló de manera satisfactoria el vocabulario estudiado. La pregunta abierta final ("¿Crees que debemos cuidar las áreas verdes y el huerto de la escuela? ¿Por qué?") mostró una evolución en el discurso de los estudiantes. El 80 % incluyó argumentos ecológicos no presentes en el diagnóstico inicial, tales como: "las plantas dan oxígeno", "sin el suelo no crece nada".

A pesar de los resultados positivos, queda pendiente para futuras clases prácticas en el círculo de interés en idioma inglés sobre el medio ambiente, la transferencia del vocabulario a otros contextos a partir de imágenes de parques urbanos, bosques u otros ecosistemas terrestres. De esta forma, los estudiantes podrán identificar nuevas palabras fuera del huerto escolar sin plantas de plátano, palmas reales o césped, y poder generalizar sus conocimientos de manera automática en otros contextos.

CONCLUSIONES

Se concluye que el plan de acción para la educación ambiental enfocado en el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres) desde el círculo de interés en idioma inglés en la ESBU "Ignacio Agramonte y Loynaz" del municipio San José de las Lajas, tuvo resultados satisfactorios en los estudiantes evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

García, L. & Fernández, R. 2019. Salidas pedagógicas en la secundaria básica: problemas y soluciones. Editorial Pueblo y Educación.

Richards, J. C. & Rodgers, T. S. 2014. Approaches and methods in language teaching (3rd ed.). Cambridge University Press.

DIAGNÓSTICO DE SOSTENIBILIDAD BAJO LA METODOLOGÍA SAFA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AVES, CERDOS Y CONEJOS EN MAYABEQUE

SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF POULTRY, PIG AND RABBIT PRODUCTION SYSTEMS IN TWO MUNICIPALITIES OF MAYABEQUE

Yoleisy García Hernández[1*], Alfredo González Marrero[2], Aimara Brito Montero[2], Lázara Ayala González[1], Yurina Ayala Galindo[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*
[2]*Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Cuba.*
Autor para correspondencia: yoleisygarciahernandez@gmail.com

RESUMEN

El presente estudio evaluó la sostenibilidad de los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos en dos municipios de la provincia Mayabeque (Güines y Jaruco), mediante la metodología SAFA de la FAO con criterios definidos para sus cuatro dimensiones y contextualizados por un grupo multidisciplinario. Los resultados muestran un perfil medio-bajo en ambos municipios, con debilidades críticas en la dimensión de Buena Gobernanza especialmente en ética corporativa, manejo holístico y papel de la ley, y en Resiliencia Económica, donde la falta de acceso a crédito, seguros y sistemas de trazabilidad genera una alta vulnerabilidad frente a crisis climáticas y de mercado. Güines presenta mejor nivel en Economía Local y Medios de Vida, posiblemente por una mayor diversificación productiva que le confieren una base variada y económica, un poco más sólida en comparación con Jaruco. En la dimensión Integridad Ambiental, la gestión del agua destaca como única fortaleza, mientras que el uso de materiales y energía es inaceptable por la dependencia de insumos externos y la ausencia de fuentes renovables. Biodiversidad, tierra y bienestar animal se encuentran en niveles moderados. La dimensión de Bienestar Social ofrece resultados más favorables, con niveles ideales en derechos laborales y buena salud y seguridad, aunque la diversidad cultural está infravalorada. Se concluye que se debe fortalecer la gobernanza local, mejorar la eficiencia en el uso de recursos e impulsar la resiliencia económica mediante una mayor articulación con los centros científicos del complejo científico-docente de Mayabeque, para transitar hacia sistemas de producción más sostenibles.

Palabras clave: dimensiones, producción de alimentos, indicadores, desarrollo local

ABSTRACT

The present study assessed the sustainability of poultry, pig and rabbit production systems in two municipalities of Mayabeque province (Güines and Jaruco), using the FAO SAFA methodology with criteria defined for its four dimensions and contextualized by a multidisciplinary group. The results show a medium-low profile in both municipalities, with critical weaknesses in the Good Governance dimension, especially in corporate ethics, holistic management and rule of law, and in Economic Resilience, where the lack of access to credit, insurance and traceability systems generates high vulnerability to climate and market crises. Güines presents a better level in Local

Economy and Livelihoods, possibly due to greater productive diversification that provides a more varied and slightly more solid economic base compared to Jaruco. In the Environmental Integrity dimension, water management stands out as the only strength, whereas the use of materials and energy is unacceptable due to dependence on external inputs and the absence of renewable sources. Biodiversity, land and animal welfare are at moderate levels. The Social Well-being dimension offers more favorable results, with ideal levels in labour rights and good health and safety, although cultural diversity is undervalued. It is concluded that local governance must be strengthened, resource use efficiency improved, and economic resilience boosted through greater articulation with the scientific centres of the Mayabeque scientific-educational complex, in order to transition towards more sustainable production systems.

Key words: dimensions, food production, indicators, local development

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la producción de alimentos enfrenta el reto de reducir la dependencia de importaciones y adaptarse a los efectos del cambio climático. En este escenario, la cría de especies de ciclo corto como aves, cerdos y conejos resulta clave para el abastecimiento local de proteína animal, por su menor demanda de recursos y su rápida respuesta productiva. Estas producciones, además, contribuyen directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Avanzar hacia sistemas pecuarios sostenibles exige aplicar principios que integren el uso eficiente de los recursos naturales, la viabilidad económica, la equidad social y una gobernanza participativa, pilares todos de la sostenibilidad. Para ello se requiere un enfoque integral de evaluación, y la metodología SAFA (*Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems*) de la FAO (2013), ofrece el marco adecuado para lograrlo. A diferencia de otros instrumentos, SAFA examina simultáneamente las dimensiones ambiental, económica, social y de gobernanza, y permite adaptar sus indicadores al contexto local sin requerir evaluadores expertos, lo que facilita identificar fortalezas y debilidades en los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos, y generar información útil para orientar su transición hacia modelos más sostenibles y resilientes.

Objetivo: Diagnosticar la sostenibilidad de los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos en los municipios de Güines y Jaruco, provincia Mayabeque, mediante la metodología SAFA de la FAO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diagnóstico de la sostenibilidad de los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos en los municipios Güines y Jaruco de la provincia Mayabeque se emplearon los resultados cualitativos y cuantitativos de una encuesta aplicada a productores de estas especies monogástricas como resultado del proyecto de investigación “Sistema de capacitación para los actores de la producción de aves, cerdos y conejos en tres municipios de la provincia Mayabeque, CAPacc”.

Se utilizó la metodología SAFA (FAO, 2013). Para cada una de las cuatro dimensiones se definieron los principales temas, subtemas e indicadores de acuerdo a la actividad que se está evaluando (sistemas ganaderos de producción de alimentos).

En la calificación de los indicadores se siguieron los valores extremos (valores correspondientes al mejor desempeño y al inaceptable) de esta metodología y para los valores de los niveles intermedios (bueno, moderado, limitado) se establecieron dichos valores por un grupo multidisciplinario, que contextualizaron cada indicador de acuerdo con la información disponible en la provincia para así establecer los umbrales apropiadamente.

Adicionalmente, a la información generada se le aplicó un análisis de Chi-cuadrado para conocer las diferencias entre las dimensiones de la sostenibilidad. Se empleó la dócima de Duncan para $P<0.05$. Para ello se utilizó el paquete estadístico COMPARPRO v1 (Font *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los polígonos de la sostenibilidad para los municipios Güines y Jaruco se presentan en las figuras 1 A y B, respectivamente. El análisis de los datos SAFA para estos municipios revela un perfil medio-bajo, con notables similitudes entre ambos territorios. La evaluación de las cuatro dimensiones centrales de SAFA (Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica y Bienestar Social) muestra que los sistemas productivos de aves, cerdos y conejos comparten fortalezas en aspectos sociales y ambientales básicos, pero adolecen de debilidades estructurales críticas en gobernanza y economía.

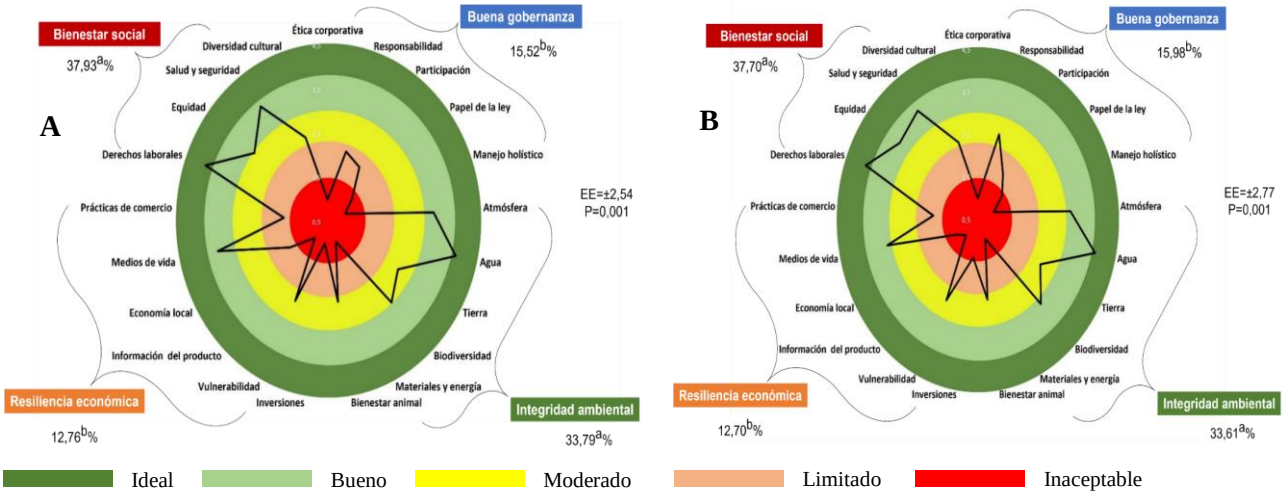


Figura 1. Polígono de la sostenibilidad para los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos en el municipio Güines (A) y Jaruco (B).

En la dimensión de Buena Gobernanza, ambos municipios presentan las puntuaciones más bajas, especialmente en los indicadores de Ética Corporativa, Manejo Holístico y Papel de la Ley, que alcanzan valores inaceptables. Esto sugiere una falta de estructuras organizativas formales, planificación a largo plazo y conocimiento o aplicación del marco regulatorio. Aunque en un nivel también bajo, Jaruco muestra una ligera ventaja en Responsabilidad y Participación, lo que podría indicar una incipiente articulación entre productores o una mayor interacción con actores locales, mientras que en Güines la gobernanza aparece más débil.

Respecto a la Integridad Ambiental, se identifica una fortaleza común: la gestión del agua, que alcanza el nivel deseado en ambos casos. Sin embargo, esta es la excepción. En ambos municipios el uso de Materiales y Energía está en situación inaceptable, lo que evidencia una alta dependencia de insumos externos y una casi nula adopción de fuentes energéticas renovables. Temas como Biodiversidad, Tierra y Bienestar Animal se sitúan en un nivel moderado, lo que señala que, si bien existen prácticas de manejo tradicionales con cierto enfoque sostenible, como también se identificó en el diagnóstico, hay un amplio margen para la incorporación de tecnologías y prácticas agroecológicas que cierren ciclos y reduzcan el impacto ambiental. En estos aspectos es de vital importancia la vinculación con los centros científicos de la provincia y en particular, con los del complejo científico (ICA, CENSA, INCA, UNAH) para revertir la situación actual.

La Resiliencia Económica constituye otra de las grandes debilidades compartidas. Los temas de Inversiones e Información del Producto son extremadamente bajos, reflejando la falta de acceso a crédito, seguros agrarios y sistemas de trazabilidad y calidad de los productos derivados de la producción de aves, cerdos y conejos. La Vulnerabilidad es alta, lo que deja a los productores muy expuestos a crisis climáticas o de mercado, entre otros. Güines presenta un mejor nivel en Economía Local y Medios de Vida, posiblemente asociado a una mayor diversificación productiva (combinación de producciones de cerdos, conejos, ovinos y aves) que le confieren una base variada y económica un poco más sólida en comparación con Jaruco.

En la dimensión de Bienestar Social se encuentran los resultados más alentadores y consistentes. Tanto Jaruco como Güines muestran un nivel ideal de los Derechos Laborales y mantienen buenos niveles de Salud y Seguridad. La Equidad es un indicador donde Jaruco destaca modestamente, lo que podría relacionarse con una mayor participación visible de la mujer en roles técnicos y productivos como arrojó el diagnóstico. No obstante, la Diversidad Cultural, si bien no es inaceptable, no es plenamente valorada, sugiriendo una oportunidad para integrar más los saberes tradicionales en los procesos de innovación.

Este diagnóstico de la sostenibilidad se ve reforzado por los datos de la encuesta a productores, que confirman un déficit generalizado de capacitación formal en temas cruciales como alimentación alternativa, salud animal y manejo sostenible. A pesar de esto, existe un alto interés y una demanda clara de los productores por capacitarse, como vía para el incremento de los niveles productivos y la mejora de todos los elementos que hacen a un sistema agrario sostenible. Se ratifica la necesidad de una mayor articulación de los diferentes niveles productivos con los centros de ciencia, y en particular con el Instituto de Ciencia Animal (ICA), como brecha importante que limita el acceso a tecnologías e innovaciones.

CONCLUSIONES

La evaluación de los sistemas de producción de aves, cerdos y conejos de Jaruco y Güines se caracterizan por un enfoque de sostenibilidad débil. Sus principales desafíos se centran en fortalecer la gobernanza local, mejorar la eficiencia en el uso de recursos e impulsar la resiliencia económica a través de la diversificación y el acceso a financiamiento. Sus fortalezas en el ámbito social son una base sólida sobre la cual construir, mediante procesos de capacitación e innovación pertinentes una transición efectiva hacia sistemas de producción de especies monogástricas más sostenibles y resilientes que contribuyan a la soberanía y seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

Duncan, D. B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. Biometrics, 11(1), 1–42. https://doi.org/10.2307/3001478

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2013. SAFA Indicators. Rome, Italy. Disponible en: http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa

Font, H., Noda, A., Torres, V., Lizazo, D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. COMPARPRO versión 1. Instituto de Ciencia Animal, Departamento de Biomatemática.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

DESARROLLO DE UN PRODUCTO TURÍSTICO CIENTÍFICO-RURAL PARA EL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

DEVELOPMENT OF A SCIENTIFIC-RURAL TOURISM PRODUCT FOR THE INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Diana Gutiérrez Rodríguez

Facultad de turismo. Universidad de la Habana (UH), Cuba.

Autor para correspondencia: gutierrezrodriguezd855@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue diseñar un producto turístico en la modalidad científico-rural, como resultado de la integración de las potencialidades turísticas del Instituto de Ciencia Animal (ICA) en la provincia Mayabeque con las de su entorno comunitario, como forma de gestión del turismo local sostenible. Las bases metodológicas empleadas fueron mixtas con enfoque cuantitativos y cualitativos, mientras que el método de estudio fue del tipo deductivo-inductivo, a la vez que se utilizó la información teórica disponible en la bibliográfica referente a las variables seleccionadas, revisión documental *in sito* y la generada y procesada durante el trabajo en campo, procedimiento analítico que facilitó una tormenta de ideas, análisis PESTEL y las Cinco Fuerzas de Porter, la elaboración de matriz DAFO junto a la aplicación de una entrevista al grupo focal del tipo abierto. Se concluye que las herramientas metodológicas utilizadas permitieron combinar en el producto turístico la práctica de saberes, el medio rural y la naturaleza con la localidad involucrada.

Palabras clave: turismo local, producto turístico, medio rural, Mayabeque.

ABSTRACT

The objective of this research was to design a rural-scientific tourism product by integrating the tourism potential of the Institute of Animal Science (ICA) in Mayabeque province with that of its surrounding community, as a means of managing sustainable local tourism. The methodological approach employed was mixed, combining quantitative and qualitative elements. The research method was deductive-inductive, utilizing available theoretical information from the literature on the selected variables, on-site document review, and information generated and processed during fieldwork. This analytical procedure facilitated brainstorming, PESTEL analysis, Porter's Five Forces analysis, the development of a SWOT matrix, and the application of open-ended focus group interviews. The study concludes that the methodological tools used successfully combined the application of traditional knowledge, the rural environment, and nature within the local community in the tourism product.

Key words: local tourism, tourism product, rural environment, Mayabeque.

INTRODUCCIÓN

La contribución del turismo a las economías del mundo ha ido adquiriendo un papel importante en las últimas décadas, convirtiéndose en la principal fuente de ingresos en el caso de algunos países en desarrollo (Nieto *et al.,* 2016), con beneficios asociados a la ejecución de infraestructura turística, generación de empleo e ingresos en los destinos turísticos, además de revitalizar las zonas rurales y con ello influir en la conservación del patrimonio ambiental, cultural y natural de dichas regiones (Gambarota y Lorda, 2017). Es notable el incremento de turistas como un efectivo movimiento generador de divisa y recursos para los países de destino aun cuando el ritmo difiere fundamentalmente por cambios en las tendencias (González *et al.*, 2016). En ese sentido, en la actualidad se sustituye la motivación tradicional del destino de sol y playa por alternativas donde el turista durante el viaje intervenga en modalidades más activas como: aventuras, deportes, la ecología y la naturaleza, logrando con ello, mayor identificación con el medio ambiente e influencia en la conservación del patrimonio natural (Organización Mundial del turismo, 2008)

Cuba no es un país excepto de estas cualidades. Dentro de las fuentes generadoras de divisas que participa en su desarrollo del modelo económico actual, juega un papel esencial el turismo, con acciones gubernamentales que ha permitido diseñar desde el año 2010 estrategias que permitan el incremento sostenido de la modalidad de turismo rural y de naturaleza; siendo desarrollado en lo general por pequeños emprendedores privados como alternativa potencial capaz de competir con la actual modalidad de turismo tradicional. (Chávez y Cerdan, 2019).

La provincia Mayabeque forma parte de las 15 provincias que conforman la República de Cuba, distribuida en 11 municipios con una población promedio de 381 446.00 habitantes, zonas con amplia biodiversidad y patrimonio con capacidad de atraer turistas y promover actividades sociales, culturales y económicas que le permita a las personas que participan, trasladarse con la finalidad de realizar actividades recreativas, de ocio y tiempo libre por diferentes motivos, tanto personales, profesionales, e incluso de negocios (Palmer *et al.,* 2025). Por consiguiente, la posibilidad de desarrollar en la provincia el turismo rural constituye un motor importante de desarrollo que contribuirá a la diversificación económica y mejora de la calidad de vida de los residentes (Rivera y Rodríguez, 2012), además de favorecer la promoción de productos auténticos locales. Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo proponer un producto turístico específico para la provincia Mayabeque, en particular para la comunidad científica – rural del ICA (Instituto de Ciencia Animal) experiencia que pudiera considerarse como guía técnica de apoyo para la gestión turística local.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la conformación de la propuesta objeto de estudio se utilizaron las bases metodológicas mixtas con enfoques cuantitativos y cualitativos desarrolladas por Palmer *et al.* (2025) y Cala *et al.* (2026), ambas para el destino turístico Cuba.

El método de estudio fue del tipo deductivo-inductivo, fundamentado según se describe en la fase previa al uso de la información teórica disponible, de la bibliográfica existente referente a las variables seleccionadas, la documental in sito y la generada y procesada durante el trabajo en

campo, procedimiento analítico que facilitó el paso a la tormenta de ideas, y finalmente la definición de la idea central propuesta.

La primera fase corresponde a la conceptualización del proceso de estudio del entorno, dedicándose entonces al análisis del macro y microentorno del territorio, para luego derivar al inventario de recursos y atractivos, utilizando para ello técnicas como el análisis PESTEL, las cinco fuerzas de Porter, la matriz DAFO, análisis documental, observación científica y trabajo de campo, este último orientada a la recolección y procesamiento de la información generada.

Del mismo modo, en la segunda fase para la conceptualización del proceso de segmentación y caracterización de la demanda potencial del producto se partió de una población de 298 057 visitantes registrados en los primeros tres meses del año 2026 y se aplicó la fórmula $n = \frac{z_a^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$ bajo un nivel de confianza del 95% (z = 1,96), un margen de error del 10% (e = 0,10) y proporciones conservadoras (p = q = 0,5). El cálculo arrojó un tamaño muestral de 96 turistas. Para ella, se diseñó y aplicó un cuestionario de tipo abierto a través de Google Forms, mediante el cual se recolectaron una serie de datos. Los resultados obtenidos se procesaron con el software SPSS, realizando un análisis de conglomerados jerárquico, lo que permitió diagnosticar los diferentes clusters y sus preferencias en cuanto a motivaciones y actividades.

Por último, en la tercera fase la conforma el diseño del producto con técnicas como el Marketing Mix (producto, distribución y promoción) sin tener en cuenta el precio al dejar en manos de los canales de distribución como las agencias de viajes calcular los gastos e ingresos para con ello determinar el precio final del producto, las utilidades que se generan y el margen de ganancia posible a recibir. Asimismo, se evalúa la factibilidad social, económica y medioambiental de la propuesta, nuevamente mediante el análisis documental y la observación científica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1: Estudio del entorno

Etapa 1: Análisis del macroentorno

Cuba enfrenta una grave crisis económica con contracción del PIB, inflación y crisis energética, agravada por el bloqueo de EE. UU. Como respuesta, el ecoturismo surge como alternativa clave para diversificar la economía, generar divisas y aumentar la resiliencia. Socialmente, el ecoturismo ha crecido gracias al interés por la naturaleza y la cultura local, potenciado por la calidad humana y hospitalidad de los cubanos, lo que genera empleo, mejora ingresos, fomenta cultura ambiental y reduce la migración. En lo político-legal, se han aprobado leyes y normas como la Ley 150, la Estrategia ambiental del turismo y varias NC-ISO sobre certificación, turismo accesible, gestión energética y ecodiseño. Tecnológicamente, pese a limitaciones de infraestructura, se usan smartphones, redes sociales y pasarelas de pago; además, ETECSA expande 4G en zonas rurales con apoyo de la FAO. Ambientalmente, la rica biodiversidad cubana enfrenta cambio climático y deforestación, pero el gobierno aplica el Plan Tarea Vida, el Grupo Flora y Fauna gestiona áreas protegidas, y la FAO impulsa proyectos de resiliencia climática y turismo agrario.

Etapa 2: Análisis del microentorno

El análisis de Porter muestra una rivalidad alta entre competidores como Campismo Popular, resorts de Jibacoa y varias agencias de turismo. La amenaza de sustitutos es media, pues el turismo tradicional está consolidado pero el ecoturismo gana terreno. La amenaza de nuevos entrantes es media por barreras legales y de infraestructura, aunque el estado promueve emprendimientos. El poder de los proveedores es medio-bajo, salvo el de energía por su dependencia crítica. El poder de los clientes es alto debido a la caída del turismo, la sobreoferta y la alta sensibilidad al precio.

Etapa 3: Caracterización del territorio

La comunidad del Instituto de Ciencia Animal, en San José de las Lajas, Mayabeque, cuenta con potencial para desarrollar un producto turístico científico-rural gracias a su riqueza natural, actores locales comprometidos e institucionalidad. El análisis DAFO revela debilidades como infraestructura deteriorada, baja ocupación, escasa oferta de naturaleza y falta de integración entre ciencia y comunidad. Las fortalezas incluyen biodiversidad, presencia de un complejo científico, planes municipales y una cátedra de turismo rural. Amenazas son la crisis económica, mal transporte y nula priorización del área; oportunidades, el apoyo municipal al turismo rural, su condición de corredor turístico y mejora de calidad de vida. Con un 66% entre debilidades y fortalezas, se requieren acciones inmediatas para potenciar las fortalezas y mitigar las debilidades.

Fase 2: Conceptualización

Etapa 1: Segmentación y caracterización de la demanda

Con un margen de error del 10% y una muestra de 96 turistas, se han identificado cuatro clusters diferenciados: sol y playa (28%), cultural (22%), aventura (25%) y naturaleza (25%). Tras el análisis, se descartan los clusters de sol y playa, cultural y aventura por no encajar con la esencia científico-rural y participativa de la excursión ICA Viva. El segmento de turismo de naturaleza se convierte en el público objetivo, garantizando la viabilidad y coherencia del producto.

Fase 3: Diseño de la configuración

Etapa 1: Diseño de las variables que conforman el producto

El producto diseñado es la excursión denominada ¨ICA Viva: Ciencia y Tradición Rural¨, que ofrece una inmersión activa y educativa en un sistema agropecuario sostenible con ganadería ecológica, agricultura regenerativa y talleres de jardinería. El alojamiento se realiza en una casa rural con comidas tradicionales, servicio de guía por anfitriones locales y prácticas de economía circular. El programa de cuatro días incluye recorridos por la comunidad y la institución científica, siembra de forrajes, taller de kokedamas, fogata, ordeño, paseo a caballo, visita a fincas privadas, show de rodeo, taller de reciclaje creativo con mural comunitario, yoga y cena con música en vivo. La promoción combina canales tradicionales como ferias FitCuba, material

impreso, prensa y radio, junto con estrategias innovadoras como realidad virtual básica en puntos de venta, uso de redes sociales y la inteligencia artificial CecilIA como asistente virtual, colaboración con influencers y un concurso fotográfico anual. La distribución se realiza por canal directo mediante página web con reservas en línea y pasarelas de pago nacionales e internacionales, y por canal indirecto a través de la agencia Ecotur, que comercializa el producto en sus catálogos nacionales e internacionales bajo una política de precios uniforme y sistemas sincronizados.

Etapa 2: Factibilidad del producto turístico

La excursión es socialmente factible porque empodera a la comunidad, refuerza la identidad rural, reduce la migración y aprovecha la calidad humana y hospitalidad de los anfitriones cubanos para generar autenticidad y aceptación local. Económicamente, se diferencia del turismo de sol y playa, capta a jóvenes interesados en el cuidado ambiental, reduce costos de promoción mediante la agencia Ecotur y el canal directo, y diversifica las divisas en un contexto de crisis. Ambientalmente, opera bajo leyes y prácticas de bajo impacto, mitiga la degradación de suelos y deforestación, y convierte la crisis estructural en una oportunidad para posicionar un turismo rural y de naturaleza regenerativo.

CONCLUSIONES

Los métodos y metodología utilizados para el diseño del producto turístico científico-rural, facilitaron la integración entre los recursos naturales, científicos y comunitarios del Instituto de Ciencia Animal en Mayabeque. A través de un programa de cuatro días con actividades agroecológicas, talleres prácticos, inmersión científica y convivencia rural, se logra un producto turístico diferenciado que responde a las tendencias de turismo sostenible, auténtico y educativo, alineado con las políticas ambientales y de desarrollo local de Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

Cala, J. F. Q., Mesa, S. F. A., & Pérez, Y. C. 2026. Excursión de turismo comunitario para el Complejo Turístico Las Terrazas. Cooperativismo y Desarrollo, 14(1), e912-e912. https://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/912.

Castillo-Palacio, M. & Castaño-Molina, V. 2015. La promoción turística a través de técnicas tradicionales y nuevas: Una revisión de 2009 a 2014. Estudios y perspectivas en turismo, 24(3), 755-775

Chávez, E. S. & Cerdan, L. M. 2019. El Turismo en Cuba: Desarrollo, Retos y Perspectivas/Tourism in Cuba: Development, Challenges, Perspectives. Revista Rosa dos Ventos-Turismo e Hospitalidade, 11(1). pp. 23. https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/view/6249

Cohen, E. 2005. Principales tendencias en el turismo contemporáneo. Política y Sociedad, 42 (1), 11-24.

Du Toit, L., Fourie, J. & Trew, D. 2010. The sources of comparative advantage in tourism. Suráfrica: Universidad de Stellenbosch. Disponible en: http://zunia.org/sites/default/files/media/node-files/wp/187410_wp-01-20101266834241.pdf.

Ejarque, J. 2005. "Destinos turísticos de éxito: diseño, creación, gestión y marketing".Pirámide.Madrid. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=2158090&pid=S1851-17322015000300017000016&lng=es.

Gambarota, D. M. & Lorda, M. A. 2017. El turismo como estrategia de desarrollo local. Revista geográfica venezolana, 58(2), 346-359. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347753793006.

González, J. L. N., Sánchez, I. M. R., Muñoz, D. B. & Paulova, N. 2016. El turismo a nivel mundial. International journal of scientific management and tourism, 2(1), 129-144.

Jazmín J.R. F. 2024. Factores de inseguridad que afectan el turismo en el cantón Salinas 2023. Trabajo de integración curricular para la obtención del título de licenciada en turismo. Facultad Ciencias Administrativas dela Universidad Estatal de la Península de Santa Elena. Ecuador https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12166.

Kotler, P. 1999. "Marketing doséculo XXI". Futura, São Paulo. https://www.scielo.org.ar/scieloOrg/php/similar.php?lang=es&text=%20Marketing%20dos%C3%A9culo%20XXI.

Organización Mundial del Turismo. 2008. Yearbook of Tourism Statistics: Data 2003-2007.

Palmer, L.N. A., Mora, A.K. & Flores, H.Y. 2025. Propuesta de la oferta turística "En Busca de una Aventura & quot; para la provincia Mayabeque. Ciencia & Turismo, 4(2), 105 -125. https://doi.org/10.33262/ct.v4i2.65.

Riquelme, L.M. 2015. Las 5 Fuerzas de Porter – Clave para el Éxito de la Empresa. Santiago, Chile. https://www.5fuerzasdeporter.com/.

Rivera, M. & Rodríguez, L. 2012. Turismo responsable, sostenibilidad y desarrollo local comunitario. Obtenido de Repositorio Universidad de la Rioja: https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/15707/catedra.pdf?sequence=1&is.

Tirado, D. 2013. Fundamentos de Marketing. España - Madrid: Unión de Editoriales Universitarias Españolas. http://dx.doi.org/10.6035/Sapientia74.

Wackerly, D. D., Mendenhall, III, W. & Scheaffer, R. L. 2010. Estadística matemática con aplicaciones. México: CENGAGE Learning.

CO-DIGESTIÓN ANAEROBIA COMO ALTERNATIVA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR DE CÚPULA MÓVIL DEL PATIO AGROECOLÓGICO LA LUZ

ANAEROBIC CO-DIGESTION AS AN ALTERNATIVE FOR THE OPERATION OF THE MOBILE-DOME BIODIGETER AT TTHE LA LUZ AGROECOLOGICAL FARM

Kiara Maibel Espinosa Rodríguez*, Anobel Aguilar Hernándesz, Luis Cepero Casas, Yudit Lugo Morales, Nancy Altunaga Pérez, Manuel Martínez Guerrero y Mildrey Soca Pérez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey *(EEPFIH), Cuba.*

**Autor para correspondencia: kiaraespinosa020@gmail.com*

RESUMEN

La codigestión anaerobia parte de una mezcla homogénea de dos o más sustratos, mejorando la adaptación de microorganismos y deficiencias nutrimentales en el biodigestor, incrementa el caudal de biogás que se genera yla energía producida. Este trabajo tiene como objetivo evaluar el funcionamiento del biodigestor de cúpula móvil del patio agroecológico “La Luz” ubicado en la EEPFIH, alimentado con una biomasa en co-digestión de 90 % de excreta porcina proveniente de la unidad porcina de la estación en combinación con 10% de residuos de la extracción de aceite de germen de maíz proveniente de la Empresa Productora de Glucosa y Derivados del Maíz de Cienfuegos añadidos con una frecuencia diaria durante seis semanas. Para evaluar su funcionamiento se determinó pH, temperatura de la muestra, la relación FOS/TAC, así como la cantidad y la composición de Biogás producido. Como resultado el biodigestor presentó un valor promedio de pH de 6,92 y una temperatura de 26,02 ^{0}C. La relación FOS/TAC y la producción de biogás se incrementaron durante la evaluación alcanzando valores de 0,34 y 1,0 nm^{3}/d respectivamente en la última semana de evaluación. La composición del biogás se mantuvo estable. Se concluye que la co-digestión anaeróbica de los sustratos en la proporciones empleadas y mezclados de forma adecuada, posibilitaron el incremento de la carga orgánica, la producción de biogás y los parámetros de estabilidad del biodigestor, mientras que la composición de los gases a la salida del biodigestor se mantuvo estable.

Palabras clave: digestión anaerobia, FOS/TAC, carga orgánica, co-digestión, biogás.

ABSTRACT

Anaerobic co-digestion begins with a homogeneous mixture of two or more substrates, thereby improving microbial adaptation and addressing nutritional deficiencies within the biodigester; this process increases both the volume of biogas generated and the energy produced. The objective of this study was to evaluate the performance of a floating-dome biodigester located at the "La Luz" Agroecological Yard (EEPFIH). The biodigester was fed a co-digestion biomass consisting of 90% swine manure—sourced from the station's swine unit—combined with 10%

corn germ oil extraction residues obtained from the Cienfuegos Glucose and Corn Derivatives Production Company; these substrates were added daily over a period of six weeks. To assess the biodigester's performance, measurements were taken for pH, sample temperature, and the FOS/TAC ratio, as well as the quantity and composition of the biogas produced. The results indicated that the biodigester maintained an average pH of 6.92 and a temperature of 26.02 °C. Both the FOS/TAC ratio and biogas production increased throughout the evaluation period, reaching values of 0.34 and 1.0 Nm^3/d, respectively, during the final week of the study. The composition of the biogas remained stable. It is concluded that the anaerobic co-digestion of these substrates—using the specified proportions and proper mixing techniques—facilitated an increase in organic loading, biogas production, and biodigester stability parameters, while the composition of the effluent gases remained stable.

Keywords: anaerobic digestion, FOS/TAC, organic loading, co-digestion, biogas.

INTRODUCCIÓN

A medidas que el mundo avanza hacia soluciones sostenibles y a una economía más circular, el papel de la biodigestión de biomasa residual es una alternativa prometedora por todos los beneficios que esta atribuye. La biodigestión anaeróbica es un tratamiento donde se obtiene energía renovable en forma de biogás o biometano, así como otros subproductos de valor (digestatos), al tiempo que se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y los problemas de contaminación (Xing *et al*., 2020). En los principios, la aplicación de esta tecnología de digestión anaerobia, se utilizó para el tratamiento de residuos orgánicos de un solo tipo, tratándose de un proceso de mono-digestión. Este proceso se encontró con el inconveniente de plantas de biogás sobredimensionadas, diseñadas para hacer frente a situaciones puntuales de alta producción de residuos, pero que en las ocasiones que esto no es así, repercute en la rentabilidad económica de la instalación. A raíz de esto, se comenzó a realizar tratamientos conjuntos de distintos tipos de residuos orgánicos, en un proceso de co-digestión anaerobia. El fin inicial de este procedimiento era incrementar el caudal de biogás que se genera y, por tanto, la energía producida. Un proceso que se ha ido optimizando para lograr una mayor eficiencia (Castro *et al*., 2020).

En Cuba, se ha ido incrementando la construcción de biodigestores anaeróbicos de varias tecnologías a diferentes niveles, con gran énfasis en los patios familiares y las comunidades rurales donde se han aprovechado los residuos de comidas, de cosechas y agropecuarios que constituyen una fuente de contaminación ambiental considerable, en sustratos para la alimentación de estos biodigestores. Los efluentes y abonos que se generan de estas tecnologías se utilizan como fertirriego, abonos orgánicos y el biogás para uso energético y solventar parte de la energía que se necesita en las fincas o escenarios productivos (refrigeración, cocción, alumbrado, generación de electricidad, etc.). El patio agroecológico familiar “La Luz”, ubicado en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey tiene un biodigestor de Cúpula Móvil de 3,5m^3 de volumen. En el momento de iniciar el estudio presentaba una baja carga orgánica. Este biodigestor se emplea como un módulo demostrativo donde se realizan diferentes investigaciones relacionadas con la degradación de diferentes biomasas.

En este trabajo se realiza un estudio con el fin de evaluar el funcionamiento de este biodigestor cuando es alimentado con una biomasa en co-digestión de 90 % de excreta porcina en combinación con 10% de residuos de la extracción de aceite de germen de maíz.

Objetivo: Evaluar el funcionamiento del biodigestor de cúpula móvil del patio agroecológico familiar "La Luz" alimentado con una biomasa en co-digestión de 90 % de excreta porcina en combinación con 10% de residuos de la extracción de aceite de germen de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el biodigestor de cúpula fija del patio agroecológico familiar "La Luz" de la comunidad Indio Hatuey, ubicada en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), en el Central España Republicana, Perico, provincia de Matanzas en Cuba y en el Laboratorio de Bioenergía de la EEPFIH .

Los sustratos empleados para la co-digestión fueron: la excreta de cerdo proveniente de la unidad porcina de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey y los residuos del proceso de extracción de aceite de germen de maíz proveniente de la Empresa Productora de Glucosa y Derivados del Maíz (GydeMa) de Cienfuegos.

Ambos sustratos se mezclaron en la cajuela de entrada al sistema de alimentación del biodigestor, en las proporciones de Volumen/Volumen de 90-10 (90 % excreta porcina y 10 % residuos de la extracción del Maíz) y se alimentó el biodigestor con una frecuencia diaria durante seis semanas.

Para las evaluaciones del comportamiento de los diferentes parámetros del biodigestor, se tomaron muestras de forma semanal del sustrato ubicado en la parte media del biodigestor una vez homogenizada durante varios minutos. Las muestras se trasladaron al laboratorio de bioenergía donde se determinaron los siguientes parámetros:

- ✓ Determinación de pH: por método potenciométrico empleando pHmetro PC820
- ✓ Determinación de la Temperatura del digestor a la hora de tomar la muestra: Se midió con un termómetro de vidrio y bulbo de mercurio con escala de 0 a 50 ^{0}C.
- ✓ Determinación de la relación FOS/TAC: Se entiende por la relación existente entre los ácidos orgánicos volátiles (FOS) y la alcalinidad total (TAC): Se utilizó un equipo FOS/TAC 2000 y se siguieron los criterios establecidos por el fabricante que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Reglas empíricas para la evaluación de relaciones FOS/TAC

Valor de la relación FOS/TAC	**Antecedentes**	**Medida**
>0,6	Excesiva sobrealimentación de biomasa	Interrumpir la adición de biomasa
0,5-0,6	Excesiva entrada de biomasa	Agregar menos biomasa
0,4-0,5	La planta está muy cargada	Vigilar la planta más estrechamente
0,3-0,4	La producción de biogás es máxima	Mantener constante la entrada de biomasa
0,2-0,3	La entrada de biomasa es muy baja	Aumentar lentamente la entrada de biomasa
<0,2	La entrada de biomasa es bajísima	Aumentar rápidamente la entrada de biomasa

También se realizaron las siguientes mediciones directas en el biodigestor:

- ✓ Cantidad de Biogás producido por día: Se empleó un contador de Biogás ICE-SC300 que se encuentra acoplado a la salida del biodigestor.
- ✓ Composición del Biogás producido, referente a los gases principales (CH_4, CO_2, H_2S, O_2). Se utilizó un equipo portátil marca Multitec 560/ SEWERIN. Este se colocó en un orificio de pulga que se encuentra en la tubería conductora del biogás.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de las características del régimen de trabajo del biodigestor se tiene que: la temperatura promedio de funcionamiento fue de 26,02°C (tabla 2). Este valor de temperatura se considera bajo si lo que se desea es que el digestor trabaje en condiciones óptimas, pero está asociado a que el valor de la temperatura ambiente fue bajo en el periodo en que se realizó la evaluación.

Estos valores de pH se encuentran dentro del rango óptimo para que ocurra una buena descomposición de la biomasa y un correcto funcionamiento del biodigestor. Resultados similares reportan Castro *et al.* (2021) cuando realizaron co-digestión empleando como sustratos, excretas y residuos orgánicos de cosechas.

Tabla 2. Valores de de pH y temperatura en el biodigestor durante 6 semanas.

SEMANA	pH Efluentes	Temperatura (^{0}C)
1	6,62	25,7
2	6,86	25,7
3	7,00	25,8
4	7,01	26,5
5	7,04	26,3
6	7,10	26,1
PROMEDIO	**6,94**	**26,02**

La relación FOS/TAC evaluada durante las seis semanas presentó un valor promedio de 0,21 (figura1), lo cual indica que el proceso biológico del biodigestor no marcha correctamente, debido a la no correcta alimentación del mismo (carga orgánica baja). Echarte *et al*. (2020), plantean en su estudio la importancia de realizar una correcta alimentación durante la digestión anaerobia para alcanzar un valor de FOS/TAC equilibrado y así garantizar que las bacterias metanogénicas tengan suficientes ácidos volátiles disponibles para producir metano sin que el sistema se vuelva ácido y peligre la actividad bacteriana.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

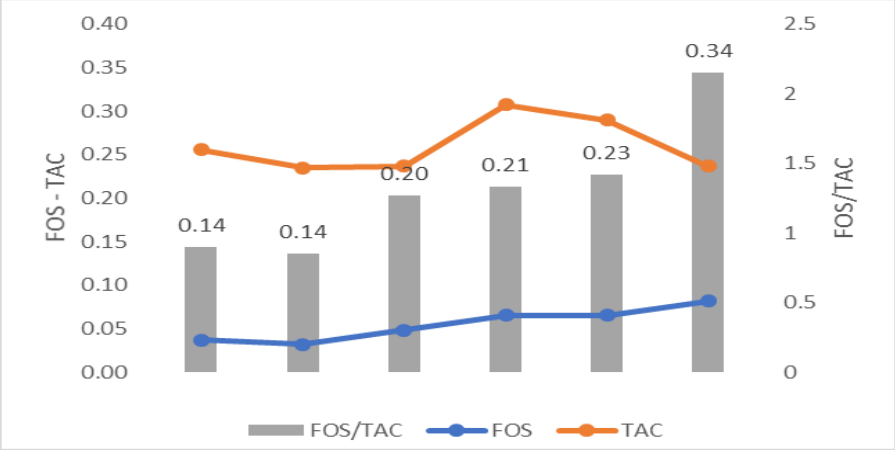


Figura 1. Comportamiento de las mediciones FOS/TAC.

La relación FOS/TAC está reconocida desde hace tiempo como valor guía para evaluar los procesos de fermentación (Lossie y Putz, 2008). Un valor FOS/TAC adecuado es generalmente alrededor de 0.3-0.4, dependiendo del tipo de biomasa y las condiciones del proceso. Por otro lado, puede apreciarse que en la medida que se incrementa la evaluación con la aplicación de la co-digestión, la relación FOS/TAC se incrementa desde 0,14 en la primera semana hasta 0,34; valor que se alcanzó durante la última medición. Esto indica que la alimentación del biodigestor es adecuada y que se puede alcanzar una máxima producción de biogás.

En la tabla 3, se resume la producción de biogás obtenida durante el período de la evaluación con co-digestión. Se aprecia una mejoría en la producción de biogás. En estudios realizados por Cepero *et al*. (2022), se evaluó este digestor con una carga orgánica alta y obtuvo producciones de Biogás superiores a 2.0 nm^3/d, lo que refleja que la relación de co-digestión utilizada puede variarse e ir incrementando en pequeñas para alcanzar una mejor relación y mayor producción de biogás.

Tabla 3. Producción de Biogás durante la evaluación con co-digestión.

Semanas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Cantidad de Biogás (nm^3/d)	0,5	0,7	0,6	0,9	0,9	1,0

Se plantea por Kunatza y Xia (2022) que, para ir mejorando la optimización de la producción de biogás en el biodigestor, es necesario aumentar poco en poco la carga orgánica. En cuanto a la composición del biogás en el período de evaluación se puede apreciar que se comportó de forma estable todos sus componentes, incluso cuando la carga orgánica fue baja. La composición promedio demuestra un buen funcionamiento del biodigestor. En cuanto al H_2S se notó un ligero incremento de su composición con el tiempo. Los valores obtenidos en la composición del Biogás se encuentran dentro del rango establecido para estos procesos de anaerobiosis y se corresponden con los reportados por Montejo *et al.* (2016).

Tabla 4. Composición del Biogás a la salida del Biodigestor

Componentes	Semana						Promedio
	1	2	3	4	5	6	
Metano (CH_4) %	63,3	62,2	64,1	63,8	64,0	63,5	**63,48**
Dióxido de Carbono (CO_2) %	33,0	31,9	32,4	32,1	32,8	32,9	**32,52**
Oxigeno (O_2) %	0	0	0	0	0	0	**0**
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) ppm	312,0	315,0	316,7	317,1	318,3	317,9	**316,17**

A partir de los resultados de este estudio se pudo corroborar que la proporción empleada durante la codigestión anaerobia, mezcladas de forma adecuada, mejoró la adaptación de los microorganismos y las deficiencias nutrimentales que presentaba el biodigestor, aumentando la disponibilidad de nutrientes y la carga orgánica. Todo esto favoreció la producción de biogás y los parámetros de estabilidad del biodigestor como el pH, la relación FOS/TAC y la composición de los gases a la salida del biodigestor.

CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este estudio se pudo corroborar que la co-digestión anaeróbica de los sustratos (90 % excreta porcina y 10 % residuos de la extracción del Maíz), mezcladas de forma adecuada, posibilitó el incremento de la carga orgánica, la producción de biogás y los parámetros de estabilidad del biodigestor como el pH, la relación FOS/TAC. Además, la composición de los gases a la salida del biodigestor se mantuvo estable.

BIBLIOGRAFÍA

Castro Rivera, Rigoberto, Solís Oba, María Myrna, Chicatto Gasperín, Vanesa & Solís Oba, Aída. 2020. Producción de biogás mediante codigestión de estiércol bovino y residuos de cosecha de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista internacional de contaminación ambiental, *36*(3), 529-539.https://doi.org/10.20937/rica.53545

Cepero Casas, L., Soca Pérez, M., Gutiérrez Martínez, L., Pedroso Reynaldo, A., Aguilar Hernández, A. & Lugo Morales, Y. 2022. Biodigestor de Cúpula móvil: Empleo del biogás y de los efluentes sólidos y líquidos en el Patio agroecológico familiar "La Luz". Revista RedBioLAC, 5(1), 15–19. http://www.revistaredbiolac.org/index.php/revistaredbiolac/article/view/53

Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz Piñón, M. R., Suárez, J. & y Palacios, A. 2012. Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. Pastos y Forrajes, 35(2), 219-226.

Echarte, M. M., P., N., y. S., & E., M. 2020. Entendiendo la importancia de la alimentación en la digestión anaerobia. RedBioLAC, 4, 65-69.

Kunatza Tawanda Kunatsa and Xia Xiaohua. 2022. A review on anaerobic digestion with focus on the role of biomass co-digestion, modelling and optimisation on biogas production and enhancement. Bioresource Technology. Volume 344, Part B. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.126311.

Lossie, U. & Pütz, P. 2008. Control orientado de plantas de biogás con la ayuda de FOS/TAC. Informe Práctico: Analítica de laboratorio valoración FOS/TAC.

Montejo-Olan Shayla, Laines Canepa J. R., Sosa Olivier J. A. 2016. Codigestión anaerobia de excretas generada en una granja porcina. Ciencia UANL / AÑO 19, No. 79, mayo-junio. Disponible en: https://cienciauanl.uanl.mx/wp-content/uploads/2016/06/art-granja-porcina.pdf.

Xing, B.S., Cao, S., Han, Y., Wen, J., Zhang, K., Wang, X.C. 2020. Stable and high-rate anaerobic co-digestion of food waste and cow manure: Optimisation of start-up conditions. Bioresour. Technol. 307, 123195. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123195

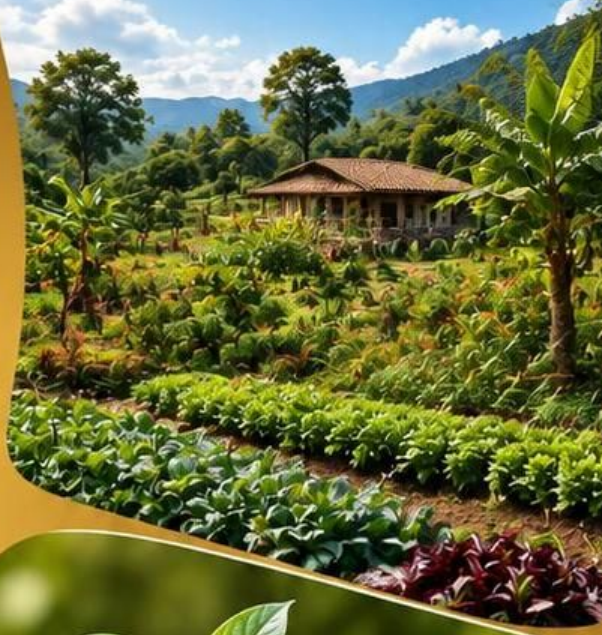
INTERJOVEN



INTERJOVEN

SECCIÓN

SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES, BIODIVERSOS Y EQUITATIVOS











INTERJOVEN

LA TRANSFORMACIÓN DE SISTEMAS AGRARIOS EN SOSTENIBLES Y AMBIENTALMENTE RESPONSABLES: ACTUALIZACIÓN, EXPERIENCIAS Y RETOS

TRANSFORMING AGRICULTURAL SYSTEMS INTO SUSTAINABLE AN ENVIRMENTALLY RESPONSIBLE ONES: UPDATES, EXPERIENCES AND CHALLENGES

Sandra Lok Mejías

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
Autor para correspondencia: sandralok@gmail.com

RESUMEN

Los sistemas agrarios influyen en las dimensiones social, económica y medioambiental, al constituir la producción de alimentos un sector estratégico clave para el desarrollo de cualquier país. Ellos poseen un papel importante en el restablecimiento y la aceleración de los progresos hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo de este trabajo es abordar las tendencias actuales para el manejo eficaz de los sistemas agrarios y mostrar ejemplos de experiencias positivas en la aplicación de tecnologías y prácticas culturales, que contribuyen a mejorar productividad y rentabilidad, en comunión con impactos ambientales positivos. Los ejemplos evidencian que al aplicar soluciones basadas en naturaleza se puede garantizar el funcionamiento armónico y equilibrado del complejo suelo-planta-animal y lograr su transformación hacia sistemas productivos sostenibles, resilientes y climáticamente inteligentes, a la vez que se avanza hacia su regeneración ecológica como vía para alcanzar su perdurabilidad en el tiempo. Se analizan los retos que posee esta transformación, entre los que se resalta el rol de las nuevas generaciones. Se concluye que se necesita el manejo integrado de los sistemas productivos mediante la aplicación racional de tecnologías y buenas prácticas agrarias, donde la formación de capacidades, la presencia de los jóvenes y el carácter inclusivo del proceso pueden ser vitales para su éxito.

Palabras clave: sostenibilidad, regeneración, cambio climático, manejo integrado

ABSTRACT

Agricultural systems influence social, economic, and environmental dimensions, as food production is a key strategic sector for the development of any country. They play an important role in restoring and accelerating progress toward achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). The objective of this paper is to address current trends in the effective management of agricultural systems and to showcase examples of positive experiences in the application of technologies and cultural practices that contribute to improved productivity and profitability, along with positive environmental impacts. The examples demonstrate that by applying nature-based solutions, the harmonious and balanced functioning of the soil-plant-animal complex can be ensured, leading to its transformation into sustainable, resilient, and climate-smart production systems, while simultaneously advancing its ecological regeneration as a means of achieving its long-term viability. The challenges of this transformation are analyzed, highlighting the role of new generations. It is concluded that integrated management of production systems is needed through the rational application of technologies and good agricultural practices, where capacity building, the presence of young people and the inclusive nature of the process can be vital to its success.

Key words: sustainability, regeneration, climate change, integrated management

INTERJOVEN

EVALUACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CANAVALIA ENSIFORMIS L.

EVALUATION OF BIOPRODUCTS IN THE PRODUCTIVE BEHAVIOR OF CANAVALIA ENSIFORMIS L.

Ismaray Revueltas Oramas*, Saray Sánchez Cárdenas, Amado Hernández Mijango, Dayara Domínguez Ortega, Yohania Sanabria Ramírez, Dayana Lascaiba Espinosa, Pedro Luis Mayoz Vegas, Karen Hernández Pérez Corcho

Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, Cuba.

**Autor para correspondencia: ismaray.revuelta@ihatuey.cu*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar el comportamiento productivo de la canavalia en respuesta a la aplicación de diferentes bioproductos. Se realizó en la EEPF *Indio Hatuey*, para el montaje del experimento se seleccionó un área de 300 m^2, donde se estableció un diseño de bloque al azar con cuatro tratamientos: 1. testigo (sin inocular y sin estiércol vacuno), 2. inoculación con EcoMic® + IHPlus®BF, 3. aplicación con estiércol (20 $t.ha^{-1}$), 4. inoculación con EcoMic®+ IHPlus®BF con estiércol vacuno (20 $t.ha^{-1}$) y tres réplicas, constituido por parcelas de 25 m^2. Las variables evaluadas corresponden a: altura de las plantas, número de legumbres/planta, longitud, ancho de la legumbre, grosor de la legumbre, número de semillas/legumbre y rendimiento agrícola. Las plantas de canavalia presentaron una respuesta positiva en la altura para el tratamiento cuatro ya que presentó los mayores valores, seguido del tratamiento dos. En correspondencia con la longitud y grosor de la legumbre no existió diferencias significativas entre los tratamientos, aunque el tratamiento tres defiere al resto de los tratamientos. El número de semillas por legumbre el tratamiento testigo presento el menor valor en comparación con el resto de los tratamientos evaluados. Se encontró diferencias significativas en cuanto al número de legumbres/planta, ancho de la legumbre y rendimiento siendo los mejores efectos los relacionados con el tratamiento cuatro. De manera general, la combinación de canavalia con estiércol y la inoculación de semillas con EcoMic®+ IHPlus®BF se vislumbra como una alternativa ecológicamente viable para lograr altos resultados en cuanto a los indicadores productivos.

Palabras clave: IHPlus®BF, EcoMic®, Estiércol vacuno, Semilla.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the productive behavior of canavalia in response to the application of different bioproducts. It was carried out at the EEPF Indio Hatuey; for the setup of the experiment, an area of 300 m² was selected, where a randomized block design with four treatments was established: 1. control (without inoculation and without cow manure), 2. inoculation with EcoMic® + IHPlus®BF, 3. application with manure (20 t.ha-1), 4. inoculation

with EcoMic® + IHPlus®BF with cow manure (20 t.ha-1) and three replicates, consisting of plots of 25 m². The variables evaluated correspond to: plant height, number of pods per plant, pod length, pod width, pod thickness, number of seeds per pod, and crop yield. The canavalia plants showed a positive response in height for treatment four, as it presented the highest values, followed by treatment two. Regarding the length and thickness of the pod, there were no significant differences between treatments, although treatment three differs from the rest of the treatments. For the number of seeds per pod, the control treatment showed the lowest value compared to the rest of the evaluated treatments. Significant differences were found in terms of the number of pods per plant, pod width, and yield, with the best effects related to treatment four. Overall, the combination of canavalia with manure and the inoculation of seeds with EcoMic® + IHPlus®BF appears as an ecologically viable alternative to achieve high results regarding productive indicators.

Key words: IHPlus®BF, EcoMic®, Cattle manure, Seed.

INTRODUCCIÓN

La *Canavalia ensiformis* L., pertenece a la familia fabácea, que presenta un rápido desarrollo, una buena producción de biomasa y cuyo comportamiento es bueno incluso bajo condiciones deficientes de fertilidad y humedad (Akinyemi *et al.,* 2020), lo que la convierte en una especie interesante para el desarrollo de abonos verdes. El uso de la *Canavalia ensiformis* L. como abono verde puede mejorar las propiedades físicas del suelo como la porosidad, densidad de volumen y la formación y estabilidad de los agregados (Ojeda *et al.,* 2019). Es una leguminosa que fija grandes cantidades de nitrógeno por simbiosis, y proporciona condiciones adecuadas al suelo. Es considerada la mejor leguminosa para enfrentar frecuentes sequías en una región dada, esta especie es sumamente resistente a períodos secos y a la tierra deteriorada, fija hasta 240 kg/ ha-1 de nitrógeno (Martínez, 2020).

En el contexto actual de la agricultura sostenible los bioproductos han adquirido relevancia como alternativa para mejorar la productividad de los cultivos y reducir el uso de insumos químicos. Estos incluyen biofertilizantes, bioestimulantes y microorganismos benéficos que favorecen procesos fisiológicos y bioquímicos esenciales, tales como la germinación, el crecimiento vegetativo y la eficiencia en la absorción de nutrientes (Agustia *et al*., 2023).

La producción en las fincas de semillas de abonos verdes y cultivos de cobertura es un requerimiento básico para su diseminación y difusión, pues la compra de semillas de este tipo de plantas no es realista, por el alto costo y dificultades para su localización y disponibilidad.

Objetivo: Evaluar el comportamiento productivo de la canavalia en respuesta a la aplicación de diferentes bioproductos

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el área de la finca de semillas básica en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Para el montaje del experimento se seleccionó un área de 300 m^2, en suelo Ferralítico Rojo, donde se estableció un diseño de bloque al azar con cuatro

tratamientos: 1. testigo (sin inocular y sin estiércol vacuno), 2. inoculación con EcoMic® + IHPlus®BF, 3. aplicación con estiércol vacuno (20 $t.ha^{-1}$), 4. inoculación con EcoMic®+ IHPlus®BF con estiércol vacuno (20 $t.ha^{-1}$) y tres réplicas, constituido por parcelas de 25 m^2 (12 parcelas experimentales). Se tuvo en cuenta un marco de siembra de 50 cm entre plantas y 90 cm entre hileras con un área vital de 14,4m^2. Para inocular las semillas se preparó una pasta compuesta por los bioproductos IHPLUS®BF y EcoMic® donde fueron embebidas.

Las mediciones se realizaron a los 208 días tomando al azar 5 plantas por parcelas un total de 15 plantas por tratamiento. Determinándose las siguientes variables:

- ✓ Altura de las plantas (cm) mediante medición directa con una regla graduada, desde la base del tallo hasta el ápice de las plantas.
- ✓ Número de legumbres/planta.
- ✓ Longitud de la legumbre (cm) mediante una regla gradual.
- ✓ Ancho de la legumbre (cm) mediante una regla gradual.
- ✓ Grosor de la Legumbre (mm) mediante un pie de rey.
- ✓ Número de semillas/legumbre.
- ✓ Rendimiento agrícola ($t.ha^{-1}$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las plantas de canavalia presentaron una respuesta positiva en la altura ($p \leq 0,05$) a la aplicación de cualquiera de los tratamientos. El empleo combinado de estiércol vacuno (20 $t.ha^{-1}$) más la inoculación micorrízica con el IHPLUS®BF, presentó los mayores valores, seguido del tratamiento con la inoculación de canavalia con EcoMic® + IHPlus®BF respecto a aquel que no recibió fuentes de nutrientes (figura 1).

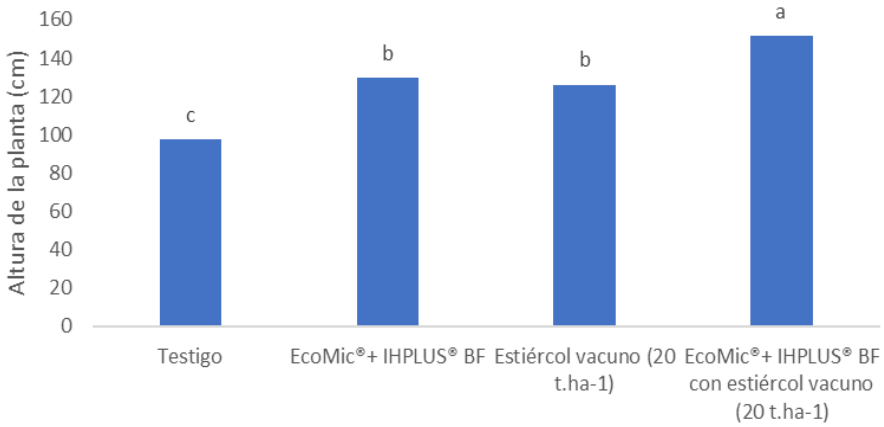


Figura 1. Comportamiento de la altura de la planta de canavalia bajo diferentes bioproductos

De acuerdo con lo señalado por Caicedo *et al.* (2021) y Agustia *et al.* (2023), esta planta muestra un desarrollo que puede llegar a tener una altura de hasta un metro. Sin embargo, los datos obtenidos en esta investigación indican una tasa de crecimiento que cambia significativamente. Mientras que Navas y Celi, 2024 al momento de la cosecha, las plantas alcanzaron una altura similar a los obtenidos en esta investigación.

Se determinó el número de legumbres por planta donde se muestra diferencias significativas entre los tratamientos, obteniendo 18,47 y 20,47 para la inoculación de canavalia con EcoMic®+ IHPLUS® BF y la coinoculación del estiércol (20 t.ha-1) con EcoMic®+ IHPLUS® BF respectivamente. Mientras que en el número de semillas por legumbres no se comportó de igual manera ya que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en que fueron empleados estos bioproductos, aunque los mismos difieren al tratamiento testigo para un 7,91 semillas en el tratamiento testigo y un 9,95 para el tratamiento con coinoculación del estiércol (20 t.ha-1) con EcoMic®+ IHPLUS® BF. En correspondencia con la longitud y grosor de la legumbre se aprecia semejanza en su comportamiento ya que en ambos no existe diferencia significativa entre los tratamientos uno (testigo), dos (inoculación de EcoMic®+ IHPLUS® BF) y tres (aplicación con estiércol vacuno); aunque la combinación de estiércol más la inoculación de EcoMic®+ IHPLUS® BF (tratamiento cuatro) en la canavalia si difiere al resto de los tratamientos estudiados. Los resultados muestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos en el indicador de ancho de la legumbre destacándose los tratamientos tres (inoculación de canavalia con EcoMic®+ IHPLUS® BF) y cuatro (coinoculación del estiércol con EcoMic®+ IHPLUS® BF) ya que ambos difieren al tratamiento testigo resultados expuestos en la tabla 1.

Tabla 1. Comportamiento agronómico de la canavalia bajo diferentes bioproductos

Tratamientos	Número de legumbre/planta (u)	Número de semilla/legumbre (u)	Longitud de la legumbre (cm)	Ancho de legumbre (cm)	Grosor de la legumbre (cm)
Testigo	9,93 b	7,91 b	23,51 b	2,38 c	12,79 b
EcoMic®+ IHPLUS® BF	18,47 a	9,55 a	24,85 b	2,55 ba	13,57 b
Estiércol vacuno (20 t.ha-1)	14,80 ba	9,31 a	24,25 b	2,45 cb	13,50 b
EcoMic®+ IHPLUS® BF con estiércol vacuno (20 t.ha-1)	20,47 a	9,95 a	27,18 a	2,60 a	15,53 a
p-valor	0,0045	0,0002	0,0001	0,0005	0,0001
E.E	2,1	0,34	0,54	0,04	0,31

Chávez *et al.* (2009) declara que la canavalia produce numerosas vainas largas, entre 10-12 por planta. Por lo que los resultados de esta investigación superan lo antes expuesto. Mientras que Rodríguez-Quiñones *et al.* (2024) obtienen resultados similares en cuanto a estos indicadores.

En la figura 2 se muestra el efecto de los tratamientos estudiados sobre los rendimientos de grano de la canavalia. Se obtuvo el mismo tipo de respuesta, en correspondencia con los resultados

alcanzados con el análisis de las otras variables. Los mayores resultados se alcanzaron con la aplicación de estiércol vacuno más la aplicación conjunta de la inoculación micorrízica y el IHPLUS® BF. Donde se muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

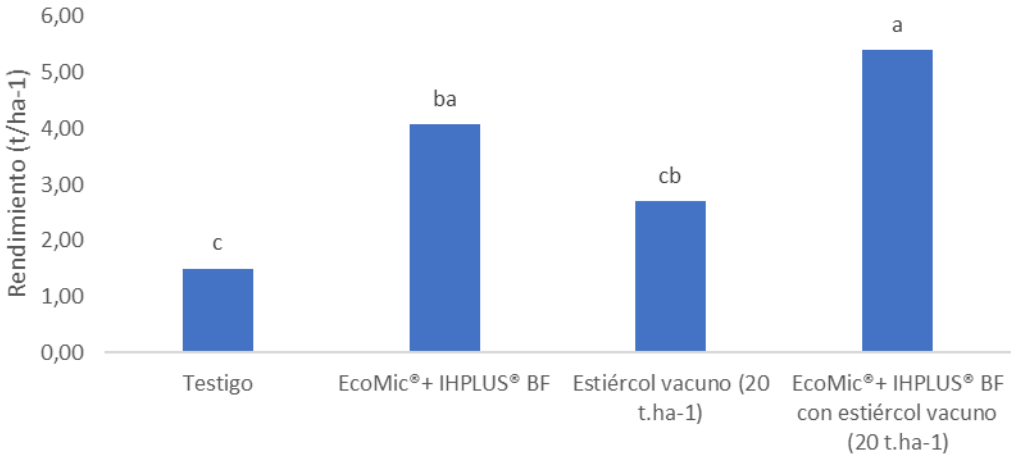


Figura 2. Comportamiento del rendimiento de semilla en la canavalia bajo diferentes tratamientos.

Estos resultados son superiores a los expuestos por Rodríguez-Quiñones *et al.* (2024) esto puede deberse a la capacidad que tienen las plantas de adaptarse a los diferentes ambientes; de la misma forma, se lo atribuyen al contenido de materia orgánica presente en el suelo y la alta gama de microorganismos y de HMA presentes que le favorece una correcta nutrición, y a la vez se estimula el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos Díaz-Solares *et al.* (2020).

CONCLUSIONES

De manera general, la combinación de canavalia con estiércol (20 $t.ha^{-1}$) y la inoculación de semillas con EcoMic®+ IHPlus®BF se vislumbra como una alternativa ecológicamente viable para lograr altos resultados en cuanto a los indicadores productivos ya que estimula el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la *Canavalia ensiformis*.

BIBLIOGRAFÍA

Agustia, F. C., Supriyadi, S., Murdiati, A. and Indrati, R. 2023. Germination of jack bean [Canavalia ensiformis (L.) DC.] and its impact on nutrient and antinutrient composition. Food Research, 7(5), 210–218.

Akinyemi, FA, Orishadipe, AT, Ebun-Oluwa, O. y Aladesanmi, OA. 2020. Propiedades físico-químicas y características funcionales del almidón de frijol (Canavalia ensiformis). Mundo J. Biol. Farmacéutica. Ciencias de la Salud, 3 (2),12-22.

Caicedo, P. A. P. y Del Castillo, L. F. 2021. Evaluación de Canavalia ensiformis y Vigna radiata como abonos verdes, sobre la dinámica microbiana del suelo de la finca El Plan de Burras, en el municipio de El Espino, Boyacá, Colombia. Revista Facultad de Ciencias Básicas, 17(1), 27-40.

Chávez C, Pérez, M H B., Dublán G O C. and García, B R D. 2009. Effect of germination on the physicochemical properties of canavalia (Canavalia ensiformis). World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 54, pág. 673-675.

Díaz-Solares, M.; Martín-Martín, G.J.; Miranda-Tortoló, T.; Fonte-Carballo, L.; Lamela-López, L.; Montejo-Sierra, I. L.; Contino-Esquijerosa, Y.; Ojeda-García, F.; Medina-Salas, R.; Ramírez-Suárez, W.M.; Lezcano-Fleires, J.C.; Pentón-Fernández, G.; Peter-Schmith, H.; Alonso-Amaro, O.; Catalá-Barranco, R. y de la Caridad Milera-Rodríguez, M. 2020. Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproductos IHPLUS®. Manejo agroecológico de los sistemas agropecuarios. Usos del suelo con abonos y biochar. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 19 p.

Martínez, F. 2020. La Canavalia más que un abono verde. https://idp.cimmyt.org/la-canavalia-mas-que-un-abono-verde.

Navas Tenorio, K. D. y Celi Sabando, K. D. 2024. Evaluación del comportamiento agronómico del haba gigante (canavalia ensiformis), en el recinto chucaple del cantón Quinindé. Reincisol., 3(6), 6624–6638.

Nuñes Cigarroa, Antonio. 2016. Evaluación de la producción de l-canavanina de canavalia ensiformis.

Ojeda-Quintana, L. J., Rivera-Espinosa, R., González-Cañizares, P. J., Rosa-Capote, J. J. D. L., Arteaga-Rodríguez, O. y Hernández-Rodríguez, C. 2019. Efecto del abono verde de Canavalia ensiformis (L.) micorrizada en el cultivo sucesor Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone Cuba CT-169. Pastos y Forrajes, 42(4), 277-284.

Rodríguez-Quiñonez, P., Hernández-Fontes, D., González-Morales, A., Palmero-Venegas, I., Mazorra-Calero, C. A., Pérez-Martínez, A. T., Fontes Marrero, D. y Acosta-Fernández, Y. 2024. Efectos de dos microorganismos autóctonos benéficos en la calidad de semillas de Canavalia ensiformis (L.). Revista Investigación Agraria, 6(2), 34–42.

LA CALIZA FOSFATADA, MEJORADOR DEL SUELO Y FUENTE DE NUTRIENTES PARA MACROPTILIUM ATROPURPUREUM CV. SIRATRO

PHOSPHATE LIMESTONE, SOIL IMPROVER AND NUTRIENT SOURCE FOR MACROPTILIUM ATROPURPUREUM CV. SIRATRO

Yunior Pérez González[1]*, Pedro José González Cañízares[1], Juan Francisco Ramírez Pedroso[2]

[1]*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.*

[2] *Centro de Plantas Proteícas y Bioproductos (CIPB), Cuba.*

**Autor para correspondencia: pyunior617@gmail.com*

RESUMEN

La búsqueda de alternativas de fertilización para cultivos forrajeros a partir del uso de fuentes de nutrientes de producción nacional constituye un imperativo para disminuir los costos de producción de alimentos para los animales y reducir el empleo de insumos externos. Basado en esta premisa, se realizó un experimento en condiciones semicontroladas con el objetivo de conocer los efectos de la caliza fosfatada, un mineral de procedencia nacional, en la fertilidad del suelo y los rendimientos de *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, cultivado en un suelo de baja fertilidad. Fueron evaluados cinco tratamientos (1 t ha^{-1} cal, 50 kg ha^{-1} P_2O_5, 1 t ha^{-1} cal + 50 kg ha^{-1} de P_2O_5, 1 t ha^{-1} caliza fosfatada y un testigo sin cal ni fósforo) en un diseño completamente aleatorizado. Se determinaron indicadores de la fertilidad del suelo y los rendimientos del cultivo. La caliza fosfatada redujo la acidez del suelo y aumentó su contenido de P asimilable. Su aplicación incrementó los rendimientos de biomasa aérea y radical de las plantas, con resultados similares a los que se obtuvieron con la cal y el fertilizante fosfórico. Se concluye que el uso de la caliza fosfatada constituye una alternativa agronómicamente efectiva para mejorar la fertilidad del suelo, reducir el uso de fertilizante fosfórico sintético y aumentar la productividad de *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro.

Palabras clave: estado nutricional, fertilidad del suelo, leguminosa forrajera, rendimiento.

ABSTRACT

The search for alternative fertilization strategies for forage crops, using nationally produced nutrient sources, is essential to reduce the cost of animal feed production and decrease reliance on external inputs. Based on this premise, an experiment was conducted under semi-controlled conditions to evaluate the effects of phosphate lime, a mineral of national origin, on soil fertility and the yield of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, grown in low-fertility soil. Five treatments were evaluated (1 t ha^{-1} lime, 50 kg ha^{-1} P_2O_5, 1 t ha^{-1} lime + 50 kg ha^{-1} P_2O_5, 1 t ha^{-1} phosphate lime, and a control without lime and phosphorus) in a completely randomized design. Soil fertility indicators and crop yields were determined. Phosphate lime reduced soil acidity and increased its available phosphorus content. Its application increased both aboveground and root biomass yield, showing results similar to those obtained with lime and

synthetic phosphate fertilizer. We conclude that the use of phosphate lime constitutes an agronomically effective alternative to improve soil fertility, reduce the use of synthetic phosphate fertilizer, and increase the productivity of *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro.

Keywords: nutritional status, soil fertility, forage legume, yield.

INTRODUCCIÓN

La producción ganadera en Cuba depende fundamentalmente del aprovechamiento de pastos y forrajes, lo que exige obtener volúmenes elevados de biomasa con calidad suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de los animales (Soto *et al.*, 2020). La inclusión de leguminosas en los potreros mejora la calidad de los pastizales, ya que aportan energía y proteína durante el período seco y actúan como fuentes naturales de nitrógeno para el suelo mediante la fijación biológica realizada en simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*. Entre ellas, *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro destaca por su excelente valor nutritivo y aceptación por los rumiantes.

El siratro, asociado con gramíneas en sistemas silvopastoriles o bancos de proteína, incrementa la calidad de la dieta y los indicadores productivos del ganado. Sin embargo, su desarrollo se ve limitado en suelos ácidos y pobres en fósforo, condiciones que reducen tanto su crecimiento como la efectividad de los nódulos fijadores de nitrógeno (Hernández-Forte *et al.*, 2017). En tales casos, resulta necesario corregir estas deficiencias para que el cultivo exprese su potencial productivo.

El encalado constituye la práctica más común para contrarrestar la acidez de los suelos y mejorar la productividad agrícola, mientras que la fertilización fosfórica favorece el rendimiento y la persistencia de las leguminosas en suelos deficientes. No obstante, el alto costo de las enmiendas y fertilizantes sintéticos, agravado por su carácter importado y el aumento de precios internacionales, impulsa la búsqueda de fuentes locales de nutrientes como alternativa sostenible para la producción de forrajes y la reducción del uso de insumos externos (Hernández *et al.*, 2020).

Objetivo: Conocer los efectos de la caliza fosfatada, un mineral de procedencia nacional, en la fertilidad del suelo y los rendimientos de *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, cultivado en condiciones semicontroladas, en un suelo ácido de baja fertilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones experimentales: Se realizó un experimento en invernadero en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque, con macetas de 3.5 L llenas con 3 kg de suelo Gley Nodular Ferruginoso Petroférrico (0-20 cm), ácido y de baja fertilidad (Hernández et al., 2015), tamizado con malla de 5 mm.

Tratamientos y diseño: Cinco tratamientos: 1 t ha^{-1} de cal; 50 kg ha^{-1} de P_2O_5; cal + P_2O_5; 1 t ha^{-1} de caliza fosfatada; testigo sin enmiendas ni fertilizante. Diseño completamente aleatorizado con seis repeticiones. La cal (95% $CaCO_3$) y la caliza fosfatada (65% $CaCO_3$, 11.5% P_2O_5)

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

fueron tamizadas a 0.25 mm y mezcladas con el suelo al llenar las macetas. Se regó cada tres días para mantener el 80% de la capacidad de campo.

Siembra y manejo: Las semillas de siratro se sembraron 15 días después de aplicar los encalantes y fertilizantes, asperjadas con inoculante líquido (10^9 ufc mL^{-1}) de rizobio eficiente (Hernández Forte et al., 2015). Se realizaron dos cortes: el primero a los 40 días y el segundo 35 días después del primero. La masa verde aérea y de raíces se pesó, y se determinó la masa seca (MS) tras secado a 70 °C por 72 h (Paneque *et al.*, 2010).

Muestreo de suelo: Se tomaron diez muestras iniciales (0-20 cm) por método zigzag y una muestra final por maceta después del último corte.

Determinaciones analíticas: Se midió pH en H_2O (1:2.5), materia orgánica (Walkley y Black), P asimilable (H_2SO_4 0.5 mol L^{-1}, colorimetría), bases intercambiables (NH_4Ac 1 mol L^{-1}, EDTA y fotometría de llama), capacidad de intercambio de bases (CIB), acidez intercambiable ($H^+ + Al^{3+}$, KCl 1 mol L^{-1}) y porcentaje de saturación por bases (V). Todos los análisis siguieron los métodos del laboratorio de suelos y plantas del INCA (Paneque *et al.*, 2010).

Análisis estadístico: Se aplicó ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.05$) con SPSS 25 (IBM, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra el efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas del suelo a los 90 días. La aplicación de cal incrementó el pH y el contenido de Ca intercambiable, además de reducir la acidez intercambiable, mientras que el fertilizante fosfórico aumentó significativamente el P asimilable.

Tabla 1. Efecto de la cal, la fertilización fosfórica y la caliza fosfatada en las características químicas del suelo a los 90 días después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamientos	MO (g kg^{-1})	P (mg kg^{-1})	pH H_2O	H + Al	Ca	Mg	K
				($cmol_c$ kg^{-1})			
Testigo	25.8	5.1 b	4.7 d	3.57 a	3.52 b	1.15	0.21
Cal	26.1	5.3 b	5.8 b	2.17 b	4.79 a	1.17	0.23
50 kg ha^{-1} P_2O_5	25.6	6.9 a	4.9 d	3.53 a	3.55 b	1.16	0.21
Cal + 50 kg ha^{-1} P_2O_5	26.0	6.8 a	6.0 a	2.18 b	4.81 a	1.19	0.23
Caliza fosfatada	25.9	7.2 a	5.9 a	2.15 b	4.88 a	1.17	0.22
ES ±	1.5	0.1	0.1	0.20	0.32	0.12	0.04
Valor P	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.32

Promedios con letras distintas en la misma columna difieren significativamente según prueba de Tukey ($P<0.05$).

La caliza fosfatada presentó un comportamiento similar al de ambos insumos, ya que elevó el pH, incrementó el Ca intercambiable y aumentó el contenido de fósforo disponible. Estos resultados evidencian su doble función como enmienda y fuente de nutrientes. El incremento del P

asimilable se atribuye tanto a su contenido en el material como a la acidez del suelo, que favorece su solubilización.

Diversos estudios han demostrado que los materiales encalantes incrementan la disponibilidad de fósforo en suelos ácidos al elevar el pH y reducir la fijación por Al y Fe, mejorando así su disponibilidad para las plantas (Chen *et al.*, 2026; Wang *et al.*, 2023). Asimismo, el pH del suelo ejerce un efecto directo sobre la eficiencia del uso del fósforo, condicionando su absorción por los cultivos (Korzeniowska *et al.*, 2025). En el caso de las rocas fosfóricas, su efectividad depende en gran medida de la acidez del suelo. A valores bajos de pH, aumenta su disolución y la liberación de fósforo hacia formas asimilables, lo que explica los resultados obtenidos en este estudio (Bolan y Hedley, 1990).

En cuanto al rendimiento (tabla 2), en el primer corte solo la fertilización fosfórica incrementó significativamente la biomasa aérea, lo que indica la necesidad de fósforo fácilmente disponible en las etapas iniciales del cultivo, debido a la alta demanda del nutriente durante el establecimiento.

Tabla 2. Efectos de la cal, la fertilización fosfórica y la caliza fosfatada en el rendimiento (g maceta-1) de biomasa de la parte aérea (MSPA), radical (MSR) y total (MST) del siratro.

Tratamientos	Primer corte	Segundo corte		
	MSPA	MSPA	MSR	MST
Testigo	3.31 b	4.12 d	4.07 d	8.20 d
Cal	3.55 b	5.59 c	5.19 c	10.77 c
50 kg ha-1 P2O5	5.62 a	6.73 b	6.41 b	13.14 b
Cal + 50 kg ha-1 P2O5	5.59 a	7.91 a	7.69 a	15.60 a
Caliza fosfatada	3.47 b	7.93 a	7.72 a	15.65 a
ES ±	0.20	0.25	0.23	0.31
Valor P	0.00	0.00	0.00	0.00

MST (MSPA + MSR del segundo corte). Promedios con Letras distintas en la misma columna difieren significativamente, según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

En el segundo corte, todos los tratamientos mejoraron la producción respecto al testigo; sin embargo, los mayores valores se obtuvieron con la combinación cal + P_2O_5 y con la caliza fosfatada, sin diferencias significativas entre ellos. Este resultado sugiere que la caliza fosfatada logra suplir simultáneamente Ca y P de forma efectiva.

El efecto tardío de la caliza fosfatada puede explicarse por la liberación progresiva del fósforo, característica de las fuentes poco solubles, lo que permite una disponibilidad sostenida del nutriente en el tiempo (Wang *et al.*, 2023). Además, la mejora del pH favorece la actividad biológica del suelo y la absorción de nutrientes (Chen *et al.*, 2026). El incremento de la biomasa radical respalda esta interpretación, ya que condiciones químicas más favorables promueven el desarrollo del sistema radical.

En términos comparativos, la caliza fosfatada mostró una eficacia equivalente a la combinación de cal y fertilizante fosfórico, lo que resalta su potencial como alternativa sostenible para reducir

el uso de insumos externos. No obstante, los resultados deben interpretarse considerando que el estudio se realizó en condiciones semicontroladas y con una sola dosis del material, por lo que se recomienda su validación en condiciones de campo.

CONCLUSIONES

El uso de la caliza fosfatada constituye una alternativa agronómicamente efectiva para corregir la acidez y aumentar los contenidos de calcio y fósforo asimilable del suelo. Su aplicación mejora el estado nutricional y los rendimientos del siratro, y produce efectos similares a los que se obtienen con el encalado a partir del carbonato de calcio y el fertilizante fosfórico sintético. Se recomienda corroborar en condiciones de campo los resultados obtenidos en este experimento.

BIBLIOGRAFÍA

Bolan, N. S. & Hedley, M. J. 1990. Dissolution of phosphate rocks in soils. 2. Effect of pH on the dissolution and plant availability of phosphate rock in soil with pH dependent charge. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 24(3), 125-134. Disponible en: https://link.springer.com/journal/10705/volumes-and-issues/24-3

Hernández, I., Estévez, S. L., Peña, M. & Nápoles, M. C. 2020. Selection of promising rhizobia to inoculate herbaceous legumes in saline soils. Cuban Journal of Agricultural Science, 54(3). Disponible en: https://cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/971

Hernández Forte, I., Nápoles García, M. C. & Morales Mena, B. 2015. Caracterización de aislados de rizobios provenientes de nódulos de soya (Glycine max (L.) Merril) con potencialidades en la promoción del crecimiento vegetal. Cultivos Tropicales, 36(1), 65-72. Disponible en: https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/941

Hernández Jiménez, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch Infante, D. & Castro Speck, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. Disponible en: https://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf

Hernández-Forte, I., Nápoles-García, M. C., Rosales-Genqui, P. R., Ramírez-Pedroso, J. F. & Ponte-Betancourt, S. 2017. Tolerancia a la acidez de rizobios provenientes de nódulos de Canavalia ensiformis. Cultivos Tropicales, 38(3), 55-57. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000300001

IBM Corp. 2017. IBM SPSS Statistics for Windows (Versión 25.0) [Software de computador]. Armonk, NY: IBM Corp. Disponible en: https://www.ibm.com/products/spss-statistics

Korzeniowska, J., Stanisławska-Glubiak, E. & Brosig, J. 2025. The effect of pH on fertilizer phosphorus use efficiency in sandy soil. Agriculture, 15(15), 1599. Disponible en: https://www.mdpi.com/2077-0472/15/15/1599

Liu, Y., Liu, K., Huang, J., Khan, M. N., Liu, H., Chen, J., Zhang, H. & Han, T. 2026. Variation in available phosphorus in acidic farmland soil in response to inorganic amendments: A meta-analysis. Soil and Tillage Research, 260, 107133. https://doi.org/10.1016/j.still.2026.107133

Paneque Pérez, V. M., Calaña Naranjo, J. M., Calderón Valdés, M., Borges Benítez, Y., Hernández García, T. C. & Caruncho Contreras, M. 2010. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. Disponible en: https://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/folleto_suelos.pdf

Soto Senra, S. A., Guevara Viera, R. V. & Guevara Viera, G. E. 2020. Uso estratégico de la base forrajera en la producción estacional de leche bovina en la zona centro-oriental de Cuba. Revista de Producción Animal, 32(3), 120-132. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202020000300120

Wang, Y., Zhang, W., Müller, T., Lakshmanan, P., Liu, Y., Liang, T., Wang, L., Yang, H. & Chen, X. 2023. Soil phosphorus availability and fractionation in response to different phosphorus sources in alkaline and acid soils: A short-term incubation study. Scientific Reports, 13, 5677. https://doi.org/10.1038/s41598-023-31908-x

INTERJOVEN

INTERJOVEN

INFLUENCIA DEL QUITOSANO EN LA FASE DE ACLIMATIZACIÓN DEL CULTIVO IN VITRO DE LA PIÑA

INFLUENCE OF CHITOSAN ON THE ACCLIMATIZATION PASE IN THE IN VITRO CULTIVATION OF PINEAPPLE

Nayelis González Ruiz[1*], Miriam F. Isidrón Pérez[1], Alejandro Falcón Rodríguez[2]

[1]*Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.*

[2]*Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas (INCA), Cuba.*

**Autor para correspondencia: nayelisgonzalez0212@gmail.com*

RESUMEN

El cultivo de la piña (*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill) en Cuba enfrenta varias dificultades que limitan su productividad. Entre ellos destaca la lenta propagación convencional y contaminación de las plantas cuando llegan al campo, afectando la homogeneidad de las plantaciones. Por lo que se recurre a la micropropagación, donde se obtiene una producción masiva de material vegetal libre de patógenos. El uso de Quitosano, un biopolímero derivado de la quitina, ofrece ventajas significativas en el cultivo *in vitro* de piña actuando como bioestimulante. Además, se obtienen plantas más sanas, uniformes y resistentes, listas para el campo en menor tiempo. El objetivo de la presente investigación es evaluar el comportamiento de plantas de piña cv. MD2 en la fase de Aclimatización mediante el uso de Quitosano como estimulador del crecimiento. Se realizo una evaluación al iniciar la fase de Aclimatización, donde para los tratamientos evaluados se emplearon diferentes concentraciones de Quitosano ($Q_{0.5}$, $Q_{0.1}$, $Q_{0.05}$, $Q_{0.01}$) y el Control como testigo. Todos los meses se monitorearon las plantas y a los 120 días se analizaron los indicadores número de hojas, longitud de la hoja D, ancho de la hoja D y porcentaje de supervivencia. Los resultados evidenciaron que la concentración de Quitosano a $0.1 mg/L^{-1}$ obtuvo valores con diferencias significativas superiores al resto, fortaleciendo las plantas y preparándolas para un desarrollo más vigoroso.

Palabras clave: bioestimulante, cv. MD2, micropropagación.

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill) cultivation in Cuba faces several challenges that limit its productivity. Among these are the slow rate of conventional propagation and the contamination of plants upon arrival in the field, affecting the uniformity of the plantations. Therefore, micropropagation is used, which allows for the mass production of pathogen-free plant material. The use of chitosan, a biopolymer derived from chitin, offers significant advantages in the *in vitro* cultivation of pineapple, acting as a biostimulant.

Furthermore, it results in healthier, more uniform, and more resistant plants, ready for field planting in less time. The objective of this research is to evaluate the performance of pineapple cv. MD2 plants during the acclimatization phase using chitosan as a growth stimulant. An evaluation was conducted at the beginning of the acclimatization phase, where different concentrations of chitosan (Q0.5, Q0.1, Q0.05, Q0.01) were used for the treatments, with a control group serving as the untreated control. The plants were monitored monthly, and after 120 days, the following indicators were analyzed: number of leaves, leaf length (D), leaf width (D), and percentage of survival. The results showed that the chitosan concentration of 0.1 mg/L-1 yielded significantly higher values than the others, strengthening the plants and preparing them for more vigorous development.

Key words: biostimulant, cv. MD2, micropropagation.

INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill) se encuentra dentro de las frutas más apetecidas a nivel mundial, especialmente el cultivar MD2. En comparación con variedades tradicionales como 'Cayena Lisa', la MD2 presenta un contenido de sólidos solubles hasta un 30% superior, lo que la hace más dulce y atractiva para el consumo fresco (García-Martínez *et al*., 2021). La micropropagación permite producir una gran cantidad de plantas de alta calidad en un tiempo reducido en comparación con los métodos convencionales, respondiendo eficientemente a la demanda del mercado. (Reinhardt *et al*., 2020). Esta eficiencia es clave para la rápida disponibilidad de material vegetal.

El uso del Quitosano, un biopolímero natural derivado de la quitina presente en el exoesqueleto crustáceos, en el cultivo *in vitro*, estimula el crecimiento de la planta en los primeros meses de establecimiento de la fase de Aclimatización. Las aplicaciones tempranas han mostrado incrementos en más del 50% en la altura, número y longitud de las hojas, diámetro del tallo y producción de biomasa (Mbuvi *et al*., 2024). Por lo que el problema científico de la investigación radica en: ¿Cómo contribuir a la estimulación y mejor adaptación de plantas de piña cv MD2 mediante el uso del Quitosano en la fase de Aclimatización?

Objetivo: Evaluar el comportamiento de plantas de piña cv. MD2 en la fase de Aclimatización mediante el uso de Quitosano como bioestimulador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad agraria de la habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, provincia Mayabeque; en un periodo que comprende desde diciembre 2025 - abril 2026.

Material vegetal

Para cada experimento se utilizaron vitroplantas de piña del cultivar 'MD-2', en subcultivo avanzado, provenientes de la Instituto de Bioplantas, provincia Ciego de Ávila. En el experimento se utilizó el medio basal MS (Murashige y Skoog, 1962), modificado por Daquinta (1998), el cual constituyó el control para la variante experimental.

Aplicación del Quitosano en el cultivo *in vitro* de piña cultivar 'MD-2'.

Para cumplir con el objetivo propuesto se realizó un proceso experimental que comprende la fase de enraizamiento con los explantes del cultivar 'MD-2'. La metodología del trabajo de investigación se describe seguidamente.

Se utilizó el medio de propagación líquido, ajustado a pH a 5.7. Los frascos empleados contenían 30ml de medio con sales MS, sacarosa y ANA, además de una solución de Quitosano como bioproducto en diferentes concentraciones (0.5mg/L^{-1}, 0.1mg/L^{-1}, 0.05mg/L^{-1}, 0.01mg/L^{-1}).

Se procedió a la siembra del material vegetal en la cámara de flujo laminar en condiciones asépticas para prevenir contaminaciones. Se montaron 5 variantes (T_0 como testigo, $T1_{Q0.5}$, $T2_{Q0.1}$, $T3_{Q0.05}$, $T4_{Q0.01}$) donde cada frasco contiene una planta, para 4 plantas/tratamiento y 20 en total. Al transcurrir 15 días, el material vegetal fue trasladado a la fase de Aclimatización.

Previo a proceder con la siembra, se le realizaron mediciones a las plantas, donde se evaluaron los indicadores: Número de hojas, Longitud de la hoja D (cm), Ancho de la hoja D (cm).

Se sembraron las plantas de piña procedentes de la fase Enraizamiento en masetas las cuales contenían una mezcla de sustrato, compuesta por Suelo Ferralítico Rojo y materia orgánica bien descompuesta, en proporción (2:1), adquirido de una finca cercana a la entidad donde se realizó la investigación. Las plantas fueron colocadas en bandejas y trasladas a un área del laboratorio donde recibían luz solar indirectamente. El riego se realizó de forma manual, con un intervalo de 72h. Se mantuvo el control fitosanitario visual durante todo el tiempo que duró la experimentación.

Se realizaron periódicamente evaluaciones a las plantas para analizar su progreso y el efecto de la solución de Quitosano empleada como bioestimulante. Los indicadores medidos son los siguientes: Numero de hojas, Longitud de la hoja D (cm), Ancho de la hoja D (cm), Porcentaje de Supervivencia.

Procesamiento estadístico de los datos

El control y la comparación entre las diferentes concentraciones de Quitosano ($T1_{Q0.5}$, $T2_{Q0.1}$, $T3_{Q0.05}$, $T4_{Q0.01}$) se llevó a cabo según los indicadores número de hojas, longitud de la hoja D y ancho de la hoja D, se realizó por medio del análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA completamente aleatorizado), seguido de la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación de 0.05. La supervivencia (%) se analizó a través de la prueba de comparación múltiple de proporciones. Todos los análisis se procesaron en el paquete estadístico Statgraphics Plus 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación del Quitosano en el cultivo *in vitro* de piña cultivar 'MD-2'

A continuación, en el grafico 1 se muestra la comparación de los resultados obtenidos en la evaluación al momento inicial de establecida la fase de Aclimatización. En cuanto al indicador Número de hojas (barras color azul), los tratamientos $Q_{0.5}$ y $Q_{0.1}$ evidenciaron resultados superiores al resto, con una media de 13 hojas.

En el caso de la viable Longitud de la hoja D (barras color naranja), el tratamiento testigo (Control), alcanzó un mayor resultado al resto, con un valor de 8.75 cm, presentando diferencias significativas con los valores alcanzados del tratamiento $Q_{0.05.}$

En los resultados obtenidos en el indicador Ancho de la hoja D (barras color gris), se evidencia que el Control y el tratamiento $Q_{0.1}$ fueron los que alcanzaron una media de 0.68cm, quedándose por debajo los valores del resto de tratamientos, pero sin mostrar diferencias estadísticamente significativas.

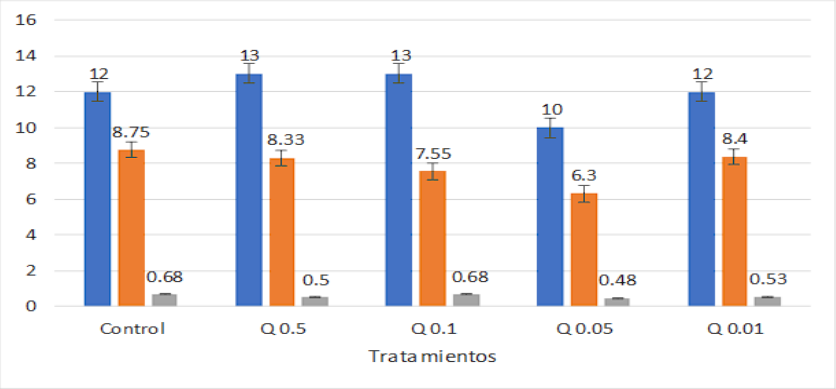


Gráfico 1. Indicadores evaluados en la fase inicial de la Aclimatación de plantas de piña cv. MD2 mediante el uso de Quitosano como bioestimulador.

Pasados 120 días de haberse establecido la fase de Aclimatización, se hizo una última evaluación a las plantas de piña cv. MD2 antes de ser trastadas al campo en bolsas de polietileno. El grafico 2 muestra los datos obtenidos en dicha evaluación.

En cuanto al indicador Número de hojas (barras color azul), el tratamiento $Q_{0.1}$, mostró un valor superior con diferencias estadísticamente significativas al resto con una media de 12 hojas. A pesar de que los valores obtenidos fueron similares a la evaluación inicial, las plantas tratadas con Quitosano pueden alcanzar un número de hojas por encima de las 12 reportadas a los 120 días en condiciones estándar (Mbuvi *et al.*, 2024). Además, estudios realizados por Costales y Falcón, 2020 confirman que el quitosano puede incrementar significativamente la altura, el número de hojas, el área foliar y la biomasa.

En el caso de la viable Longitud de la hoja D (barras color naranja), el tratamiento $Q_{0.1}$ alcanzó un mayor resultado al resto, presentando diferencias significativas con los valores alcanzados con el tratamiento $Q_{0.05.}$ Un estudio realizado por Mbuvi *et al.* (2024) con plántulas de piña concluyó que el quitosano promovió el mayor crecimiento en más del 50% en parámetros como la altura de la planta, la longitud y anchura de la hoja, y el diámetro del tallo.

El indicador Ancho de la hoja D (barras color gris), mostró que el Control alcanzó una media de 2.45cm, quedándose por debajo los valores del resto de tratamientos.

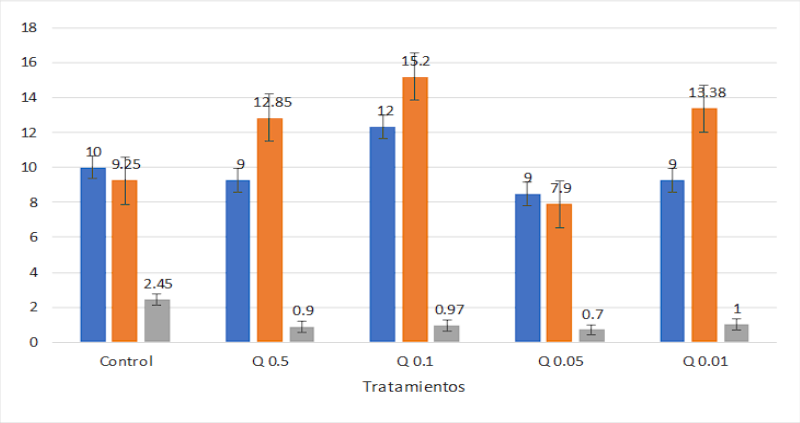


Gráfico 2. Indicadores evaluados a los 120 días de establecida la fase la Aclimatación de plantas de piña cv. MD2 mediante el uso de Quitosano como bioestimulador.

A continuación, se muestra la figura 1 donde se evidencia la supervivencia de las plantas de piña al transcurrir 120 días de establecida la fase de Aclimatización. En la imagen se puede apreciar que los tratamientos $Q_{0.5}$ y $Q_{0.01}$ mostraron 100% de supervivencia, mientras que el Control presentó un 50% y los tratamientos $Q_{0.1}$ y $Q_{0.05}$ un 75% de supervivencia en relación a la evaluación inicial.



Figura 1. Porcentaje de supervivencia de las plantas de piña cv. MD2 en fase de Aclimatización a los 120 dias.

CONCLUSIONES

Las plantas que contenían la solución de Quitosano en diferentes concentraciones obtuvieron valores superiores en la mayoría de los tratamientos. Al transcurrir los 120 días de establecida la fase de Aclimatización, el tratamiento con la concentración $Q_{0.1}$ mostró mayores resultados en los indicadores número de hojas y longitud de la hoja D, mientras que el mayor porcentaje de supervivencia los mostraron los tratamientos $Q_{0.5}$ y $Q_{0.01}$. En la investigación actual, el uso del Quitosano actuó como bioestimulador lo cual favorecerá la adaptación de las plantas de piña cuando sean trasladadas al campo.

BIBLIOGRAFÍA

Costales-Menéndez, D., y Falcón-Rodríguez, A. B. 2020. Efecto de la masa molecular de quitosanos en la germinación y el crecimiento *in vitro* de soya. *Cultivos Tropicales,* 41(1), e05.

Daquinta, M. 1998. Propagación in vitro de la piña (Ananas comosus (L.) Merr). Universidad de Ciego de Ávila. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. pp100. 26. De La Cruz, J.; Garcia, G. (2004). Pineapple Post-harvest

García-Martínez, J. L., Pérez, R., y Mendoza, S. 2021. Comparación de parámetros de calidad entre piña MD2 y Cayena Lisa en el trópico mexicano. Revista Fitotecnia Mexicana, 44(3), 287-294.

Mbuvi, S. M., Ndiso, J. B., Gogo, E. O., y John, E. M. 2024. Planting Media and Growth Regulators on Regeneration of Pineapple Seedlings from Crown Leaf Buds. Planting Media and Growth Regulators on Regeneration of Pineapple Seedlings from Crown Leaf Buds, Edition 1, 1–65. https://doi.org/10.9734/bpi/mono/978-93-48388-19-3

Murashige, T. y F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol Plant. 15:473-497.

Reinhardt, D. H., Souza, F. V. D., y Cabral, J. R. 2020. Avances en la micropropagación de piña para la agricultura comercial en Brasil. Acta Horticulturae, 1275, 187-194. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1275.26

INTERJOVEN

ENFLUENCIA DE BIOPRODUCTOS SOBRE LA ENTOMOFAUNA NOCIVA ASOCIADA A PHASEOLUS VULGARIS L. Y SU PRODUCTIVIDAD

INFLUENCE OF BIOPRODUCTS ON HARMFUL ENTOMOFAUNA ASSOCIATED WITH PHASEOLUS VULGARIS L. AND ITS PRODUCTIVITY

Isiel Fiallo Pérez*, Noelsi Fajardo Corcho, Alianna Machín Suárez,
Aimeé Amador León, Yusimy Reyes Duque

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez (UNAH), Cuba.

**Autor para correspondencia: isielfiallo@gmail.com*

RESUMEN

La investigación presentó como objetivo determinar el efecto de bioproductos sobre la entomofauna nociva asociada a *Phaseolus vulgaris* L. y su productividad. Se llevó a cabo en la Finca "La Guajira", municipio Madruga, provincia Mayabeque. La siembra se realizó en septiembre de 2024, manual, a una distancia de 0,7 m entre hileras. Constó de nueve tratamientos, replicados 4 veces en parcelas de 25 m^2 por variante y dos surcos de borde. Los tratamientos consistieron en la aplicación de Azofert®, Ecomic®, Quitomax® y Rp, solos y combinados, todos con NPK de fondo al 50%, y dos controles fertilizados con NPK (50% y 100%). Se realizó un inventario de los organismos nocivos y benéficos asociados al cultivo, así como se determinó la abundancia y frecuencia relativa de la entomofauna nociva inventariada. Se evaluó, además, el rendimiento y sus componentes. Como principales resultados se detectaron seis especies fitófagas, pertenecientes a cuatro órdenes y cinco familias de insectos. Las plantas tratadas con la combinación Azofert®, EcoMic® y QuitoMax® mostraron menores valores de densidad poblacional de estos insectos, así como una mejor respuesta productiva, siendo una alternativa más económica al uso de los insumos tradicionales.

Palabras clave: bioproductos, frijol, insectos, productividad.

ABSTRACT

The research aimed to determine the effect of bioproducts on harmful entomofauna associated with Phaseolus vulgaris L. and its productivity. It was carried out at the "La Guajira" farm, in the municipality of Madruga, Mayabeque province. Planting was done manually in September 2024, with a spacing of 0.7 m between rows. The study consisted of nine treatments, replicated four times in plots of 25 m^2 per variant, with two border rows. The treatments involved the application of Azofert®, Ecomic®, Quitomax®, and Rp, alone and in combination, all with a base application of 50% NPK, along with two fertilized controls (50% and 100% NPK). An inventory of harmful and beneficial organisms associated with the crop was carried out, and the abundance and relative frequency of the harmful entomofauna recorded were determined. Yield and its components were also evaluated. The main results detected six phytophagous species, belonging to four orders and five families of insects. Plants treated with the combination of Azofert®,

EcoMic®, and QuitoMax® showed lower population density values for these insects, as well as a better productive response, representing a more economical alternative to the use of traditional inputs.

Keywords: bioproducts, bean, insects, productivity.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se cultivan alrededor de 34.9 millones de hectáreas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las legumbres comestibles de mayor consumo en todo el mundo. En Cuba es considerado un alimento estratégico y constituye, junto al arroz, la dieta básica de los cubanos. Su producción anual, en el 2023, alcanzó una superficie cosechada de 44 380 hectáreas, con una producción agrícola total de 48 756 toneladas y un rendimiento promedio de 1,1 t ha^{-1}, incluyendo al sector estatal y no estatal (ONEI, 2024).

Con este consumo es necesario desarrollar tecnologías sostenibles para la producción de alimentos, que potencien la actividad del microbiota del suelo y el uso de microorganismos, disminuyendo insumos externos y consumo de energía (Arora *et al*., 2016; Schütz *et al*., 2018; Rivera *et al*., 2020), entre otros aspectos que integran el concepto de sostenibilidad. Dentro de este tipo de práctica representa una potencial alternativa el uso de bioestimulantes agrícolas para mejorar los rendimientos y la protección antiestrés. En la actualidad se investigan y comercializan con éxito combinaciones de bioestimulantes con el objetivo de maximizar los rendimientos y la calidad de los cultivos, entre los que se incluyen consorcios microbianos (conocidos también como biofertilizantes) y su combinación con otros bioproductos de origen no microbiano (Costales *et al*., 2021).

Trabajos previos a esta investigación han informado resultados satisfactorios con el uso de los mismos, sin embargo, no se conoce totalmente la acción bioestimulante de estos productos y sus combinaciones en el ciclo de vida del frijol, así como, sí los mismos pueden aumentar la tolerancia de este cultivo al ataque de su entomofauna nocivas asociados en condiciones de producción.

Objetivo: Determinar los efectos de la aplicación de combinaciones de bioestimulantes microbianos y no microbianos y su contribución individual al crecimiento vegetativo y reproductivo del frijol bajo condiciones de fertilización reducida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en la Finca “La Guajira” ubicada en Hoyo Colorado, Aguirre, municipio Madruga, provincia Mayabeque, durante los meses de septiembre a diciembre de 2024.

Se estableció el cultivo del frijol variedad Cul-156, en una superficie experimental de 1078 m^2, sobre un suelo Ferralítico Rojo. La siembra se realizó el 27 de septiembre de 2025 a una distancia de siembra de 0.7 m entre hileras.

Se estableció un diseño de bloques completamente al azar (de 25 m^2 por bloque), con ocho tratamientos y cuatro réplicas. Cada parcela experimental constó de cinco surcos.

Se utilizó un diseño de bloques al azar en la finca porque el terreno presenta una ligera pendiente, lo que puede generar variabilidad en las condiciones ambientales y edáficas al dividir el terreno en bloques y asignar aleatoriamente los tratamientos dentro de cada bloque, se pudo controlar la variabilidad asociada a la pendiente y reducir el error experimental.

Los muestreos se realizaron semanalmente a partir de los 15 días de germinado el cultivo (ddg), en Bandera Inglesa. Se tomaron muestras de 15 plantas al azar por réplicas en tres puntos, tomando una hoja del nivel medio respectivamente en los tres tratamientos y en el testigo, para los insectos. Las muestras tomadas fueron llevadas al Laboratorio de Entomología para la identificación y cuantificación e de las diferentes especies de insectos.

Inventario de la entomofauna nociva y depredadores asociados a la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris*, con el uso de bioproductos: Para realizar el inventario de las poblaciones insectiles y depredadores asociados al cultivo del frijol, se tomaron muestras de 15 plantas al azar por cada parcela en cada muestreo en forma de Bandera Inglesa, los que comenzaron a partir de los 15 días de sembrado el cultivo (dds) y con una frecuencia semanal, para un total de 4 muestreos. Para la recolección de los mismos se tuvo en cuenta las características y hábitos de cada especie, tomando una hoja del nivel medio. Las muestras tomadas fueron llevadas al Laboratorio de Entomología para la identificación y cuantificación de las diferentes especies de insectos del Departamento de Biología – Sanidad Vegetal de la Facultad de Agronomía. Se utilizaron las claves específicas para cada especie y en el caso de los trips se abordaron como un grupo, y para su identificación se utilizó claves específicas. Para la observación y conteo de los insectos se utilizó el estéreo microscopio óptico (Modelo ZOOM MSZ-606).

Efecto de bioproductos sobre el crecimiento vegetativo de la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris*: Los indicadores fisiológicos del crecimiento se evaluaron a los 35 dds que corresponde a la Fase V4 (50% de la plantación tiene desplegada la tercera hoja trifoliada-máximo crecimiento vegetativo). Se tomaron 15 plantas por réplica para un total de 60 plantas por tratamiento, las cuales se tomaron al azar y en los surcos centrales. Los indicadores fisiológicos del crecimiento fueron los siguientes: Altura de la planta (cm), Numero de hojas (u), Diámetro del tallo (mm), Estimación del contenido de clorofilas (Unidades SPAD).

Efecto de bioproductos sobre el crecimiento reproductivo de la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris*: Los componentes del rendimiento agrícola se evaluaron en el momento de la cosecha. Se utilizaron 15 plantas por parcela y se evaluaron los siguientes indicadores: Número de legumbres por planta (u), Número promedio de granos por plantas (u), Masa de 100 granos (g), Rendimiento agrícola (t ha^{-1})

Los datos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple comparándose las medias a través de la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para un 5% de significación (Duncan, 1955). El programa estadístico utilizado fue SPSS.11.5 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario de la entomofauna nociva y depredadores asociados a la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris*, con el uso de bioproductos: En el inventario de insectos fitófagos asociados al cultivo del frijol (tabla 1.) fueron identificados siete especies insectiles pertenecientes a cuatro órdenes y seis familias. Estos resultados son similares a los informados por Castillo *et al.* 2019,

quienes mencionan entre los insectos más nocivos que se alimentan del frijlol a: mosca blanca, *B. tabaci*; el salta hojas del frijol, *E. kraemeri* que produce encrespamiento del follaje, el minador de la hoja, *L. trifolii* y el complejo de tisanópteros, *T. palmi* y *M. usitatus*.

Tabla 1. Especies de insectos fitófagos asociadas al cultivo del frijol variedad Cul-156.

Nombre común	Especie	Orden	Familia
Mosca blanca	*Bemisia tabaci* Gennadius	Hemiptera	Aleyrodidae
Salta hojas del frijol	*Empoasca kraemeri* Ross &Moore	Hemiptera	Cicadellidae
Trips de los melones	*Thrips palmi* Karny	Thysanoptera	Thripidae
Trips de las flores	*Megalurothrips usitatus* Bagnall	Thysanoptera	Thripidae
Minador común	*Liriomyza trifolii* Burgess	Diptera	Agromyzidae
Pega pega	*Omiodes indicata* Fabricius	Lepidoptera	Pyralidae
Áfidos	*Aphis craccivora* Koch	Hemiptera	Aphididae

El orden de insecto que presentó una mayor incidencia fue el orden Hemiptera, con tres familias (Aleyrodidae, Cicadellidae y Aphididae), lo que representó el 50% de las familias detectadas.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Castillo *et al.* (2019), quienes consideran que estos insectos (*B. tabaci* y *E. kraemeri*) son los más frecuentes en el cultivo del frijol en Cuba y en diversos países.

Efecto de bioproductos sobre el crecimiento vegetativo de la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris*: La tabla 2 se muestra el efecto de los bioproductos sobre diferentes indicadores del crecimiento. Para la mayoría de ellos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, solo para la altura donde las plantas tratadas con Ecomic® más fertilización de fondo al 50% alcanzaron resultados significativos con respecto al resto, con valores que superan los 36 cm. Seguido por Ec + Az + F50 + Q. Resultados similares se obtienen para el número de hojas.

Para los indicadores diámetro del tallo y contenido de clorofilas hay una tendencia favorable a la combinación de Ecomic® con Azofert® y la fertilización de fondo al 50%. Es importante destacar que las primeras aplicaciones foliares del Quitomax® y el Renplus® se realizaron a los 20 dds, por lo que quizá aún no había suficiente tiempo para que se expresara la acción biológica ejercida por los mismos en la respuesta fisiológica en las plantas para estos indicadores.

La respuesta observada al uso del Ecomic® puede deberse a que en la simbiosis que se establece entre los hogos micorrícicos arbusculares y las raíces de las pantas, el hongo depende de la planta para la obtención de fotoasimilados y la planta recibe a cambio una variedad de beneficios entre los que se encuentran la mejora de la absorción y transporte de nutrientes del suelo a la raíz, por el incremento, entre otros, del volumen de suelo explorado, lo que se traduce en un mayor crecimiento dado, en este caso, por la altura de las plantas y el número de hojas. (Abdel-Fattah *et al*., 2016).

Tabla 2. Efecto de bioproductos sobre indicadores del crecimiento de la variedad Cul-156 de *P. vulgaris.*

Tratamientos	Altura de la planta (cm)		Número de hojas (u)	Diámetro del Tallo (mm)	Clorofilas (unidades spad)
1. Az + F50	30,6825	a	15,8850	5,4225	4,4825
2. Ec + F50	36,0425	b	17,4250	5,3350	4,6700
3. Ec + Az + F50	30,7175	a	16,8825	5,5200	6,0600
4. Ec + Az + F50 + Q	32,4675	a	17,1175	5,1775	5,3125
5. Q + F50	30,8425	a	15,4000	5,1275	5,5250
6. Ec + Az + F50 + Rp	30,9425	a	16,2325	5,5025	4,4500
7. Rp + F50	31,7350	a	15,9175	5,1800	5,0825
8. Control fertilizado F100	32,1525	a	16,4000	5,4575	6,1475
ES□	0,47*		0,05 *ns*	0,19 *ns*	0,50 *ns*

Medias de tratamientos con diferentes letras dentro de la columna difieren significativamente, según Duncan ($p \leq 0,05$)

Efecto de los bioproductos sobre el crecimiento reproductivo de la variedad Cul-156 de *Phaseolus vulgaris:* En cuanto al número de vainas (tabla 3) se encontró una respuesta significativa en los tratamientos donde se aplican Ecomic® más fertilización de fondo al 50% y fertilización de fondo al 100%, los cuales difieren solamente de la aplicación de Renplus® más fertilización de fondo al 50% sin embargo, para los componentes: número promedio de granos por legumbres y masa de 100 granos no se encontraron diferencias significativas. A pesar de ello, para este último indicador se observa un efecto positivo con el uso de las combinaciones de estos bioproductos donde, al parecer, ya se logra una expresión de la acción biológica ejercida por el Quitomax® y el Renplus® en la respuesta fisiológica de las plantas.

Tabla 3. Efecto de bioproductos sobre el número de legumbres, número promedio de granos por legumbre y el peso de 100 granos.

Tratamientos	Número de legumbres (u)		Número promedio de granos por legumbre (u)	Masa de 100 granos (g)
1. Az + F50	14,1850	ab	5,2900	22.2813
2. Ec + F50	16,3175	b	5,4175	24.4375
3. Ec + Az + F50	13,3850	ab	5,1350	24.4375
4. Ec + Az + F50 + Q	13,4150	ab	5,1950	28.75

5. Q + F50	14,0175	ab	5,0675	33.7813
6. Ec + Az + F50 + Rp	14,5175	ab	5,2750	29.4688
7. Rp + F50	11,2150	a	5,1675	33.0625
8. Control fertilizado F100	17,1500	b	5,2150	30.1875
ES	0,47*		0,197 *ns*	0,047 *ns*

Medias de tratamientos con diferentes letras dentro de la columna difieren significativamente, según Duncan ($p \leq 0,05$)

Estos resultados están en línea con lo planteado por Falcón *et al*. (2015), estos autores plantean que las aplicaciones de diferentes bioestimulantes incrementen los procesos fisiológicos en la planta y aumenta el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por la misma y estimula su crecimiento y desarrollo, trayendo consigo un aumento en los rendimientos.

CONCLUSIONES

Se detectaron siete especies fitófagas: *Bemisia tabaci* Gennadius; *Empoasca kraemeri* Ross y Moore; *Thrips palmi* Karny; *Megalurothrips usitatus* Bagnall; *Liriomyza trifolii* Burgess; *Omiodes indicata* Fabricius y *Aphis craccivora* Koch pertenecientes a cuatro órdenes y seis familias.

La combinación de los bioproductos (Ecomic® más Azofert® con Quitomax® o con Renplus®), aunque no guarda una relación directa con la mayoría de los indicadores evaluados, aumentó significativamente el rendimiento de todas las plantas, con valores superiores a 1,5 t ha^{-1}.

BIBLIOGRAFÍA

ONEI 2024. ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2023. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca Edición 2024 difusion@onei.gob.cu.

Arora, N. K.; Mehnaz, S.; Balestrini, R. 2016. Bioformulations: for Sustainable Agriculture. Springer (India) 299 p., DOI 10.1007/978–81–322– 2779–3.

Schütz, L.; Gattinger, A.; Meier, M.; Müller, A. Boller, T. Mäder, P.; Mathimaran, N. 2018. Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization—A Global Meta-analysis. Frontiers in Plant Science, | Volume 8 | Article 2204, doi: 10.3389/fpls.2017.02204.

Rivera, R.; Fernández, F.; Ruiz, L.; González, P.J.; Rodríguez, Y.; Pérez, E. et al. 2020. Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola. R. Rivera (Ed) 151 p., Ediciones INCA, San José de las Lajas, Cuba. ISBN: 978-959-7258-05-6. Pag3 y 35-36

Costales, D.; Falcon, A.; Napoles, M.C.; Cabrera, J.C.; Varela, M. y Travieso, L. 2021. Quitosano induce respuestas defensivas en plantas de soya inoculada con Bradyrhizobium ekanii. *Cultivos Tropicales*. 42(2).

Castillo Reyes, N., Delgado, A., Mirabal, L., & González, C. 2019. Estructura,abundancia y frecuencia relativa de la comunidad de insectos fitófagos asociada al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos fechas de siembra. Agrisost. 2019; 25(1): 1-11. Recuperado a partir dehttps://revistas.reduc.edu.cu/index.php/agrisost/article/view/e 5897-1

Falcón, A.B., González, D., Costales, D., Morales, D., Travieso, L., Terry, E., Ruiz, J., González, L.G., Jiménez, M.C., Martínez, M.A., 2015. Avances enlas investigaciones conducentes a la implementación del QuitoMax en el cultivo del tomate, Vol. 39.

INTERJOVEN

EFECTO DE LOS BIOPRODUCTOS IHPLUS® BF Y CALDO SULFOCÁLCICO SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y VIGOR DE PLÁNTULAS DE ARROZ (ORYZA SATIVA VAR. PERLA L.)

EFFECT OF THE BIOPRODUCTS IHPLUS® BF AND SULFOCALCIUM BROTH ON THE SEED GERMINATION AND SEEDLING VIGOR OF RICE (ORYZA SATIVA VAR. PERLA L.)

Dayara Domínguez Ortega*, Saray Sánchez Cárdenas, Ismaray Revuelta Oramas, Dayana Lascaiba Espinosa, Pedro Luis Mayoz Vega, Karen Hernández Pérez Corcho, Amado Miguel Hernández Mijangos

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

**Autor para correspondencia: dayibrave@gmail.com*

RESUMEN

Cuba es uno de los países con mayor consumo de arroz a nivel mundial. Sin embargo, las importaciones constituyen la mayor fuente de suministro y la producción se ve limitada por la escasez de semillas certificadas y de adquisición de fertilizantes minerales por parte de los productores. En este sentido, resulta de vital importancia la producción de semillas de calidad y la implementación de estrategias agroecológicas para aumentar los rendimientos, reduciendo el costo de los procesos productivos, sin afectar el medio ambiente. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inoculación de semillas de arroz con IHPLUS® BF y Caldo Sulfocálcico sobre su germinación y vigor de plántulas. La investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la EEPFIH. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, con 8 bloques y 4 tratamientos. Se determinó el porcentaje y la velocidad de germinación de las semillas y el vigor de las plántulas. Se obtuvo que el mayor porcentaje de germinación lo tuvieron las semillas embebidas en IHPLUS®BF (2%) durante 24 horas y en IHPLUS® BF (2%) + Caldo Sulfocálcico (1%) durante 30 horas; el mayor índice de velocidad de germinación lo tuvieron las semillas embebidas en agua durante 102 horas y las plántulas más vigorosas fueron aquellas cuyas semillas fueron embebidas en IHPLUS® BF (2%) durante 24 horas. Se concluyó que la pregerminación de semillas de arroz en IHPLUS® BF (2%) durante 24 horas potencia su germinación y el vigor de las plántulas.

Palabras clave: semilla, arroz, biofertilizante, germinación, vigor.

ABSTRACT

Cuba is one of the world's largest rice consumers. However, imports are the primary source of supply, and production is limited by the scarcity of certified seeds and the lack of access to mineral fertilizers for producers. Therefore, the production of quality seeds and the implementation of agroecological strategies are crucial to increasing yields, reducing production costs, and minimizing environmental impact. This study aimed to evaluate the effect of

inoculating rice seeds with IHPLUS® BF and Sulfocalcium Broth on seed germination and seedling vigor. The research was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Experimental Station of Pastures and Forrages *Indio Hatuey*. A randomized block design was used, with eight blocks and four treatments. The percentage and rate of seed germination and seedling vigor were determined. The highest germination percentage was found in seeds soaked in IHPLUS®BF (2%) for 24 hours and in IHPLUS® BF (2%) + Sulfocalcium Broth (1%) for 30 hours; the highest germination rate was observed in seeds soaked in water for 102 hours, and the most vigorous seedlings were those whose seeds were soaked in IHPLUS® BF (2%) for 24 hours. It was concluded that pre-germinating rice seeds in IHPLUS® BF (2%) for 24 hours enhances germination and seedling vigor.

Keywords: seed, rice, biofertilizer, germination, vigor.

INTRODUCCIÓN

Una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir es una semilla susceptible de desarrollar una plántula normal aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como puede ocurrir en campo (Peretti, 1994). La calidad de la semilla a sembrar es esencial para conseguir un buen establecimiento de las plantas y es el primer paso para lograr un cultivo óptimo. Se considera que los atributos de calidad más importantes son: Viabilidad, germinación, vigor y sanidad (Lallana *et al*., 2011). El sistema de producción de semilla certificada de arroz fue establecido en Cuba desde el año 1974 y ha estado dirigido a satisfacer la demanda del sector especializado. Desde que comenzó el fortalecimiento del sector cooperativo campesino (arroz popular), se ha tratado de ir solucionando el problema de la escasez de semilla certificada; sin embargo, las cantidades han sido insuficientes (IIA, 2009).

Cuba es uno de los países con mayor consumo de arroz (*Oryza sativa* L.). Sin embargo, las importaciones constituyen la mayor fuente de suministro para el mercado interno (FAO, 2019). La aplicación de fertilizantes minerales suple parte de las necesidades nutricionales del cultivo. Sin embargo, su empleo irracional encarece el proceso productivo e impacta negativamente en los ecosistemas (MINAG, 2005). Lo anterior ha incentivado la búsqueda de alternativas que mejoren el rendimiento del arroz, pero con estrategias amigables con el medio ambiente. Una de estas estrategias la constituye la aplicación de biofertilizantes, los cuales incrementan el porcentaje de germinación, el crecimiento, el desarrollo y la salud de las plántulas.

Objetivo: Evaluar el efecto de la inoculación de semillas de arroz (*Oryza sativa* var. Perla L.) con IHPLUS®BF y Caldo Sulfocálcico sobre su germinación y el vigor de las plántulas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), ubicada en Central España Republicana, municipio Perico, provincia Matanzas, durante el mes de mayo del año 2024. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde se evaluaron cuatro tratamientos (pregerminación en agua, pregerminación en solución IHPLUS® BF al 2 %, pregerminación en solución Caldo sulfocálcico al 1 %, pregerminación en solución IHPLUS® BF 2 % + Caldo sulfocálcico 1 %) con ocho tiempos de imbibición (24, 30, 48, 54, 72, 78, 96 y 102 horas).

Pregerminación

Se colocaron las semillas en los gerbox y se embebieron en 20 mL de cada solución. Transcurrido el tiempo de pregerminación correspondiente (24, 30, 48, 54, 72, 78, 96 y 102 horas) se realizó el montaje del test de germinación.

Test de germinación

Para realizar el test de germinación se empleó la metodología de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA). Se empleó la técnica sobre papel, que consiste en colocar dos papeles de filtro en cada gerbox y humedecerlo con 10 mL de cada solución, se emplearon 4 réplicas con 25 semillas cada una por tratamiento, para un total de 100 semillas por tratamiento. Las gerbox fueron colocadas en la meseta del laboratorio a temperatura y presión estándar ambiente.

Se realizó diariamente el conteo de semillas germinadas, no germinadas y podridas, tomándose como criterio de semilla germinada aquella que emite la radícula. Con estos datos se determinó el porcentaje de germinación mediante la fórmula: %germinación= (semillas germinadas/total de semillas) x 100 y la velocidad de germinación mediante la fórmula: IVG=Σ(ni/ti) donde IVG-índice de velocidad de germinación, ni-número de semillas germinadas y ti-tiempo necesario para alcanzar el mayor porcentaje de germinación.

Vigor de plántulas

A los 14 días de colocadas las semillas a germinar, se tomaron 5 plántulas por cada réplica de cada tratamiento transcurrido el correspondiente tiempo de pregerminación y se les realizaron las mediciones: longitud de hipocótilo (cm) y longitud de radícula (cm). Con estos datos se determinó el índice de vigor mediante la fórmula IV = (Crecimiento de hipocótilo + Crecimiento de radícula) x Porcentaje de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación

El mayor porcentaje de germinación lo tuvieron las semillas embebidas en IHPLUS® BF (2%) durante 24 horas y en IHPLUS® BF (2%) + Caldo Sulfocálcico (1%) durante 30 horas, seguidas de las embebidas en Caldo Sulfocálcico (1%) durante 24 horas (figura 1).

El mayor índice de velocidad de germinación lo tuvieron las semillas embebidas en agua durante 102 horas, seguidas de las semillas embebidas en agua, IHPLUS® BF (2%) e IHPLUS® BF (2%) + Caldo Sulfocálcico (1%) durante 96 horas (figura 2).

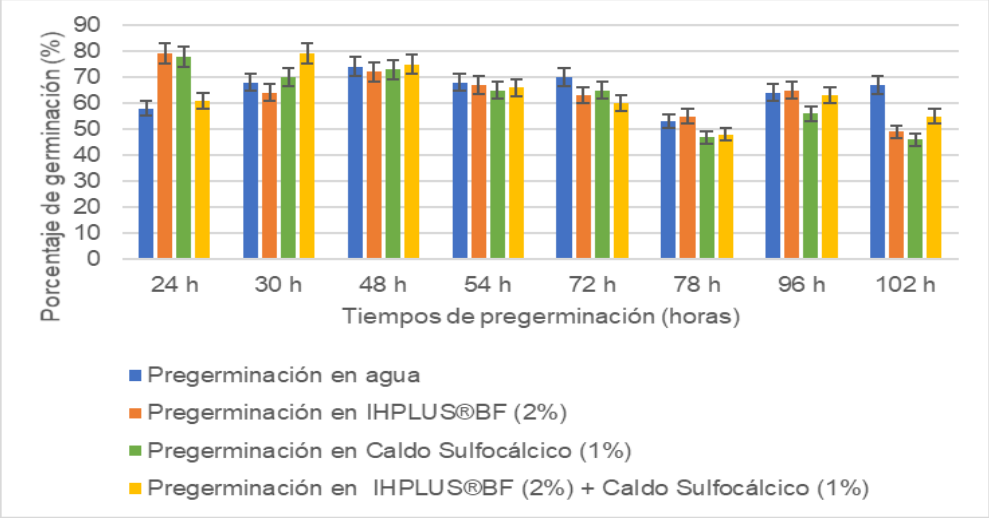


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de arroz inoculadas con diferentes bioproductos durante varios tiempos de pregerminación

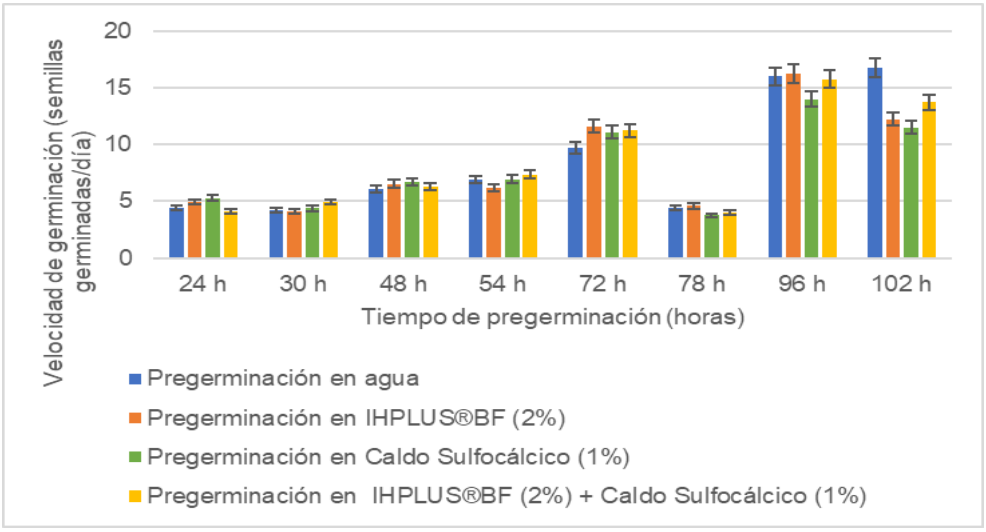


Figura 2. Índice de velocidad de germinación de semillas de arroz inoculadas con diferentes bioproductos durante varios tiempos de pregerminación

Vigor de plántulas

Las plántulas más vigorosas fueron aquellas cuyas semillas fueron embebidas en IHPLUS® BF (2%) durante 24 horas (figura 3).

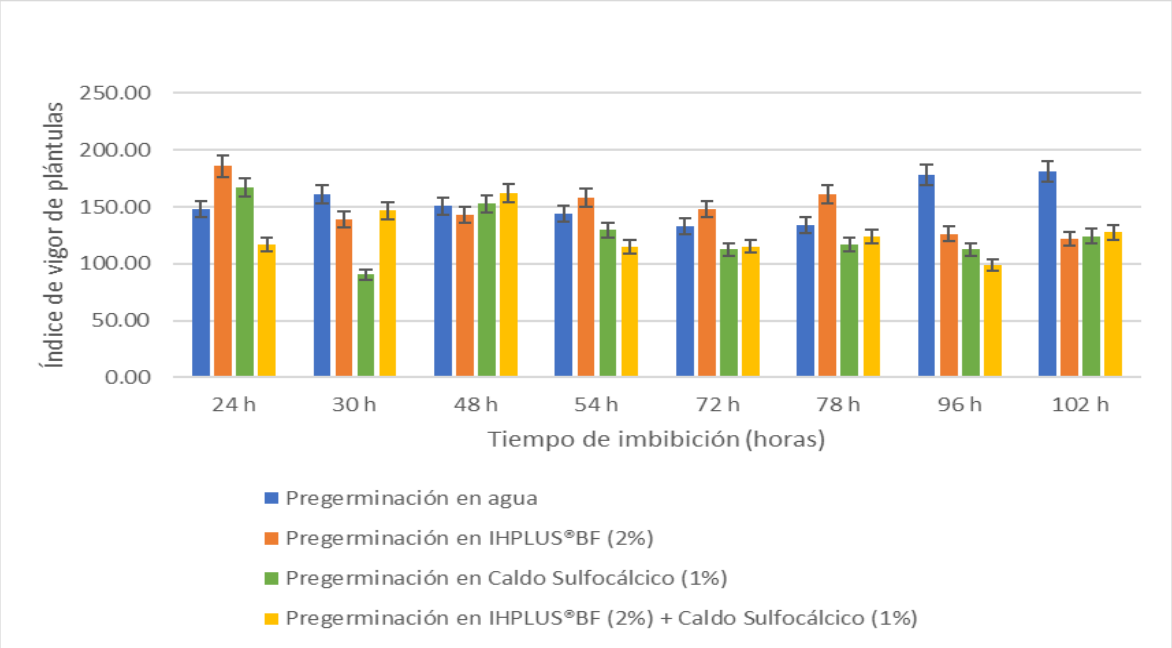


Figura 3. Índice de vigor de plántulas de arroz cuyas semillas fueron inoculadas con diferentes bioproductos durante varios tiempos de pregerminación.

En sentido general, se evidencia que el bioproducto IHPLUS® BF potencia la germinación y el vigor de las plántulas, lo cual pudiera estar relacionado, con la entrada hacia las semillas de sustancias reguladoras del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas presentes en el biofertiante, mediante el proceso de imbibición. Según Iqbal y Hasnain (2013) estos compuestos estimulan procesos como la división y el alargamiento celular que permiten el crecimiento de las diferentes estructuras vegetales.

CONCLUSIONES

La pregerminación de semillas de arroz (*Oriza sativa* var. Perla L.) en IHPLUS® BF (2%) durante 24 horas potencia su germinación y el vigor de las plántulas.

BIBLIOGRAFÍA

FAO. 2019. Food Outlook Biannual Report On Global Food Markets. Disponible en: http://www.fao.org/economic/est/est-commodities/oilcrops/oilcrop-policies.

IIA. 2009. Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. Instituto de Investigaciones del Arroz. La Habana: Cidisav. 42 p. ISBN 978-959-7194-25-5.

Iqbal, A. & Hasnain, S. 2013. Auxin producing Pseudomonas strains: biological candidates to modulate the growth of Triticum aestivum beneficially. American Journal of Plant Sciences. 4: 1693-1700.

Lallana, V. H., L. F. García, J. H. Elizalde. 2011. Importancia de la calidad de semillas. Unidad Temática 11: Germinación Parte 2. Programa del Plan de Estudios 2004. Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. 5 p.

López, E., Unday, Z.G., Henderson, D., Calero, A., Jiménez, J. 2017. Uso de efluente de planta de biogás y microorganismos eficientes como biofertilizantes en plantas de cebolla (Allium cepa L., cv. 'Caribe-71'). Cultiv. Trop. 38(4): 7-14.

MINAG. 2005. Modificaciones al Instructivo Técnico para el cultivo del arroz. 14ta ed. Instituto de Investigaciones del Arroz, Ministerio de la Agricultura, Cuba. ISBN: 959-246- 037-X.

Peretti, A. 1994. Manual de Análisis de semillas. Ed. Hemisferio Sur S.A., 281 p.

INTERJOVEN

EFECTO BIOLÓGICO DEL LACTOFERMENTO DE HOJARASCA FORESTAL EN *CROTALARIA JUNCEA L.*

BIOLOGICAL EFFECT OF FOREST LITTER LACTOFERMENT ON CROTALARIA JUNCEA L.

Yania Susnay Oropesa Scull*, Aramis Soto Diaz,
Leyma Rodríguez Navarro, Gertrudis Pentón Fernández

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

**Autor para correspondencia:* yaniasusnayoropesascull@gmail.com

RESUMEN

Introducción. Los MAB son un tipo de bioestimulante microbiano obtenido de la fermentación de hojarasca con presencia de bacterias del ácido láctico como protagonistas. Objetivo. Evaluar el efecto de la aplicación de disoluciones de lactofermento de hojarasca forestal MAB (compuesto por microorganismos autóctonos benéficos y sus metabolitos) sobre la fisiología y la producción de biomasa de *Crotalaria juncea* L., empleada como planta indicadora. Materiales y métodos. El experimento se realizó durante 60 días, en vivero, en la Estación Experimental de Indio Hatuey, en Matanzas (Cuba), sobre un sustrato compuesto por suelo ferralítico rojo y compost enriquecido con el producto comercial IHPLUS® BF (basado en la activación de MAB). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 30 repeticiones por tratamiento. Se aplicaron tres concentraciones de MAB (0.1, 0.2 y 0.5 %) y un tratamiento control. Se evaluaron las variables morfológicas: emergencia (%), altura (cm), hojas (número), grosor del tallo (mm) y biomasa aérea (g) y fisiológicas: clorofila (μg/cm^2), flavonoles (absorbancia relativa), antocianinas (índice Dualex) y el índice de balance de nitrógeno [NBI®]). Resultados. La concentración del 0.2 % de MAB promovió significativamente el crecimiento y el metabolismo secundario (flavonoles y antocianina) sin variaciones en el metabolismo primario (clorofila) y la producción de biomasa aérea. En la mayoría de las variables evaluadas, esta concentración mostró diferencias significativas tanto con respecto al tratamiento control como con respecto a la concentración de 0.5 %. Conclusiones. El lactofermento de hojarasca forestal es un bioestimulante prometedor para *C. juncea*, con una concentración óptima del 0.2 %.

Palabras clave: bioestimulantes, metabolismo, biomasa, concentraciones, microorganismos.

ABSTRACT

Introduction. MBAs are a type of microbial bioestimulant obtained from the fermentation of leaf litter with lactic acid bacteria as the main components. Objective. To evaluate the biological effect of application of solutions of forest litter lactofermentation, a microbial bio-stimulant consisting of beneficial native microorganisms (MAB), on the physiology and biomass production of *Crotalaria juncea* L., used as an indicator plant. Materials and methods.

The experiment was conducted over 60 days in a nursery at the Experimental Station of Indio Hatuey in Matanzas, Cuba, using a substrate composed of red ferralitic soil and compost enriched with the commercial product IHPLUS® BF. A completely randomized design was employed with 30 repetitions per treatment. Three concentrations of MAB (0.1, 0.2, and 0.5 %) and a control treatment were applied. Morphological variables: emergence (%), height (cm), leaves (number), stem thickness (mm), and aerial biomass (g) and, physiological variables: chlorophyll (μg/cm²), flavonols (relative absorbance), anthocyanins (Dualex index), and nitrogen balance index [NBI®]), and physicochemical properties of the substrate were evaluated. Results. The 0.2 % concentration of MAB significantly promoted growth and secondary metabolism (flavonoids and anthocyanins) without affecting primary metabolism (chlorophyll) and aerial biomass production. In most of the evaluated variables, this concentration showed significant differences compared to both the control treatment and the 0.5 % concentration. Conclusions. Forest litter lactofermentation is a promising bio-stimulant for *C. juncea*, with an optimal concentration of 0.2 %.

Key words: Biostimulants, metabolism, biomass, concentrations, microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La *Crotalaria juncea* L., también conocida como cáñamo de sol, es una planta leguminosa de rápido crecimiento que se valora como cultivo de cobertura y abono verde. Su ciclo acelerado y su capacidad para responder a factores ambientales la hacen ideal para evaluar insumos agrícolas, mejorar la salud del suelo y el ciclo de nutrientes, lo que la destaca en sistemas de cultivo sostenibles (Coutinho *et al.*, 2024; López López *et al.*, 2023).

En la agricultura moderna, los bioestimulantes han cobrado relevancia como productos biológicos que mejoran la productividad de las plantas. A diferencia de los fertilizantes tradicionales, los bioestimulantes favorecen los procesos fisiológicos naturales, optimizando el crecimiento y resiliencia (Yakhin *et al.*, 2017). Los lactofermentos de hojarasca forestal (MAB) son un tipo de bioestimulante microbiano obtenido de la fermentación de hojarasca con presencia de bacterias del ácido láctico (LAB) como protagonistas (Garg *et al.*, 2024). Su uso promueve prácticas agrícolas sostenibles, mejorando la eficiencia del uso de nutrientes y la tolerancia al estrés, reduciendo la dependencia de insumos sintéticos.

Objetivo: Evaluar el efecto biológico de la aplicación foliar de disoluciones de lactofermento de hojarasca forestal (MAB) sobre la fisiología y la producción de biomasa de *Crotalaria juncea* L., empleada como planta indicadora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante 60 días a partir del momento de la siembra, en un vivero a pleno sol, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (22°48'07" N, 79°32'02" O; 19 msnm), Perico, Matanzas, Cuba.

Se sembraron dos semillas por bolsa de nailon (2 kg) con un sustrato de compost enriquecido con IHPLUS® BF y tierra (1:1).

Se evaluaron tres tratamientos con diferentes concentraciones de lactofermento de hojarasca forestal (0,1 %, 0,2 % y 0,5 %), en comparación con un grupo testigo sin aplicación.

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con 30 repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables morfológicas: emergencia de plantas y número de hojas por conteo visual, altura apical, grosor de la base del tallo y biomasa aérea mediante el peso fresco. Las variables fisiológicas se determinaron con el sensor Dualex, mediante fluorescencia inducida por láser: contenido de clorofila (µg/cm²), flavonoles (absorbancia relativa), antocianinas (índice Dualex Scientific^{+}) e índice de balance de nitrógeno (NBI®) (Cerovic *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

La normalidad y homogeneidad de varianzas se verificaron con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Se realizó ANOVA y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0,01$), utilizando el programa Infostat 2008.

RESULTADOS

Emergencia y crecimiento de las plantas

En la altura de las plantas, el número de hojas emitidas y grosor de tallo (Cuadro 1), se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos a través del tiempo de evaluación. La disolución de MAB al 0.2 % mostró la mejor respuesta en la altura apical en todos los momentos evaluados. Sin embargo, a los 10 días, las disoluciones 0.2 % y 0.5 % no mostraron diferencias significativas entre ellas, pero ambas difieren a las disoluciones 0.0 % y 0.1 %. A los 25 0.2 % mostró la mejor respuesta y a los 60 días la dosis 0.1 % fue comparable con la de 0.2 %; y difirió del tratamiento 0.0 % y 0.5 %.

En relación con la emisión de hojas, se demostró que para los 10 días no hubo diferencias significativas entre los tratamientos; pero a los 25 días el MAB al 0.2 % fue el que más promovió la emisión de hojas y comparten significancia estadística con las disoluciones de 0.1 y 0.5 %.

En cuanto al grosor del tallo, la disolución de MAB al 0.2 % mostró los valores superiores de grosor del tallo en comparación con el tratamiento control a los 45 días, y difirió también de la concentración de 0.5 % y del control a los 60 días.

Cuadro 1. Indicadores morfológicos de las plantas

	Momentos de evaluación (días)		
Altura apical (cm)	10	25	60
0.0	7.89b	27.70c	83.07c
0.1	8.47b	32.02b	90.83ab
0.2	10.12a	35.20a	94.63ª

0.5	9.94a	31.80b	85.02bc
EE	0.13	0.37	1.28
P	0.0001	0.0001	0.0077
hojas emitidas (u)	10	25	
0.0	4.00a	12.45b	
0.1	3.98a	12.98ab	
0.2	4.00a	14.00a	
0.5	4.00a	13.29ab	
P	0.5212	0.0112	
EE	0.01	0.15	
Grosor de la base del tallo (cm)		45	60
0.0		3.31b	3.81c
0.1		3.62ab	3.96ab
0.2		3.97ª	4.18ª
0.5		3.96ª	4.14bc
EE		0.05	0.05
P		0.0001	0.0774

Metabolismo de las plantas

Respecto a los indicadores del metabolismo de las plantas, evaluados a 30 días después de la siembra (Cuadro 2), las disoluciones de MAB al 0.1 % y 0.2 % no mostraron una afectación significativa en comparación con el tratamiento de control en cuanto al contenido de clorofila, indicador del metabolismo primario. Sin embargo, la disolución de MAB al 0.5 % presentó una disminución significativa del contenido de clorofila respecto, al resto de los tratamientos.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en el contenido de flavonoles entre los tratamientos. Mientras que el contenido de antocianinas alcanzó valores significativamente mayores en la disolución de MAB al 0.5 %, seguida de la disolución 0.2 %, superior al tratamiento control. El índice de balance de nitrógeno (NBI®), también relacionado con el metabolismo primario, mostró una disminución en los tratamientos que recibieron MAB en comparación con el control, siendo esta reducción más pronunciada en la disolución al 0.5 %.

Cuadro 2. Indicadores del metabolismo de las plantas a 30 días de la siembra

	Clorofila	**Flavonoles**	**Antocianina**	**NBI®**
0.0	21.53 a	1.23	0.22 c	17.59 a
0.1	19.64 a	1.33	0.23 b	14.91 b
0.2	19.8 a	1.34	0.24 ab	15.03 b
0.5	17.29 b	1.34	0.25 a	13.02 c
EE	0.22	0.01	0.0014	0.18
P	0.0001	0.1102	0.0001	0.0001

NBI= índice de balance de nitrógeno

Efectos en la acumulación de biomasa

En relación con la biomasa aérea (Figuras 1 y 2), no se observaron diferencias significativas en la biomasa fresca entre los tratamientos, incluyendo el control. En cuanto a la biomasa seca, sí se detectaron diferencias significativas, siendo mayor en la concentración del 0.2 % en comparación con el tratamiento testigo y el nivel del 0.5 %. No se evidenciaron diferencias significativas entre las concentraciones del 0.2 % y 0.1 %.

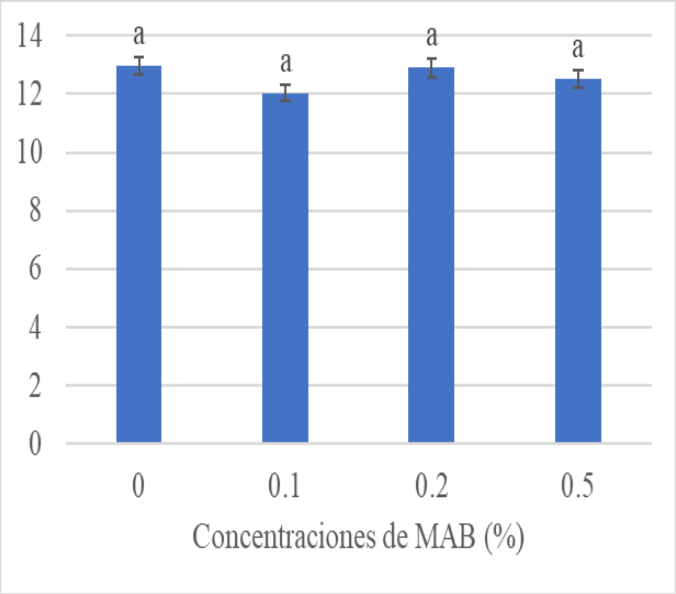


Figura 1. Biomasa aérea fresca (g)

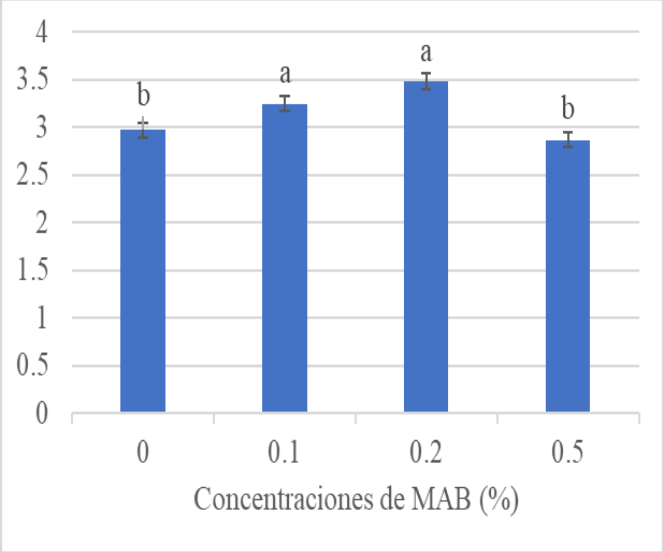


Figura 2. Biomasa aérea seca (g)

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de lactofermento de hojarasca forestal promovió significativamente el crecimiento de *Crotalaria juncea* L., evidenciado por mejoras en la altura, el número de hojas y el grosor del tallo. La concentración del 0.2 % de MAB resultó ser la óptima para estos efectos, estimulando el metabolismo secundario de la planta sin comprometer el metabolismo primario.

BIBLIOGRAFÍA

Cerovic, Z. G.; Masdoumier, G.; Ghozlen, N. B. y Latouche, G. 2012. A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. Physiologia plantarum. 146(3): 251-260. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.13993054.2012.01639.x

Coutinho, V. V.; Vigolo, N.; da Cruz, C. C. B.; de Souza, J. V. V.; Zanin, C. E. C. T.; Ruppin, S. M. C. y Lopes, F. V. 2024. Uso de Crotalaria juncea em áreas cultivadas com cana de açúcar. RECIMA21. 5(5): e555181-e555181. https://doi.org /10.47820/recima21.v5i5.5181

Díaz-Solares, M.; Martín-Martín, G.; Miranda-Tortoló, T.; Fonte, L.; Lamela-López, L.; MontejoSierra, I.; Contino Esquijerosa, Y.; Ojeda-García, F.; Medina-Salas, R.; Ramírez Suárez, W.; Lezcano-Fleires, J.; Pentón Fernández, G.; Peter-Schmith, H.; Alonso-Amaro, O.; Catalá-Barranco, R. y Milera-Rodríguez, M. 2020. Biocarbono Cuba. Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproducto IHPLUS®. Conferencia Científica. Matanzas, Cuba.https://www.researchgate.net/publication/339916260_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismos_nativos_el_bioproducto_IHPLUS_R

Feitosa, A. C. y Garófalo, L. H. 2019. Biostimulants and their role in improving plant growth under abiotic stresses. En: S. M. Mirmajlessi, y R. Radhakrishnan (editores), Biostimulants in Plant Science. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.88829

Garg, S.; Nain, P.; Kumar, A.; Joshi, S.; Punetha, H.; Sharma, P. K.; Siddiqui, S.; Alshaharni, M. O.; Algopishi, U. B. y Mittal, A. 2024. Next generation plant biostimulants & genome sequencing strategies for sustainable agriculture development. Frontiers in Microbiology. 15: 1439561. https://doi. org/10.3389/fmicb.2024.1439561

Gao, F.; Zhang, H.; Chu, C.; Liu, C.; Wang, N.; Zhang, W. y Zhang, S. 2021. Engineering of the cytosolic form of phosphoglucose isomerase into chloroplasts improves plant photosynthesis and biomass. New Phytologist. 231(1): 315-325. https://doi.org/10.1111/nph.17368

Kaur, S.; Tiwari, V.; Kumari, A.; Chaudhary, E.; Sharma, A.; Ali, U. y Garg, M. 2023. Protective and defensive role of anthocyanins under plant abiotic and biotic stresses: an emerging application in sustainable agriculture. Journal of Biotechnology. 361: 12-29. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.11.009

Lanna, A. C.; Silva, M. A.; Moreira, A. S.; Nascente, A. S. y Fillipi, M. C. C. d. 2021. improved nutrient uptake in three Crotalaria species inoculated with multifunctional microorganisms.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 25(7). https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ZN5Kz3svYL WD7DbtfH3yB8s/?lang=en

Pentón, G. 2019. Nuevos abonos organominerales para la fertilización y la restauración del suelo. Informe anual de proyecto. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 39 p.

Pérez, M.; Norda, E.; Oropesa, Y. y Pentón, G. 2023. Bioabonos con biochar de morera (Morus alba L.) en la germinación y desarrollo inicial de Crotalaria juncea L. en cepellón. Avances en Investigación Agropecuaria. 27: 51-64.

Yakhin, O. I.; Lubyanov, A. A.; Yakhin, I. A. y Brown, P. H. 2017. Biostimulants in plant science: a global perspective. Frontiers in Plant Science. 7. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049

INTERJOVEN

EFECTO BIOLÓGICO DEL LACTOFERMENTO DE HOJARASCA FORESTAL EN *CROTALARIA JUNCEA L.*

BIOLOGICAL EFFECT OF FOREST LITTER LACTOFERMENT ON CROTALARIA JUNCEA L.

Yania Susnay Oropesa Scull*, Aramis Soto Diaz,
Leyma Rodríguez Navarro, Gertrudis Pentón Fernández

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

**Autor para correspondencia:* yaniasusnayoropesascull@gmail.com

RESUMEN

Introducción. Los MAB son un tipo de bioestimulante microbiano obtenido de la fermentación de hojarasca con presencia de bacterias del ácido láctico como protagonistas. Objetivo. Evaluar el efecto de la aplicación de disoluciones de lactofermento de hojarasca forestal MAB (compuesto por microorganismos autóctonos benéficos y sus metabolitos) sobre la fisiología y la producción de biomasa de *Crotalaria juncea* L., empleada como planta indicadora. Materiales y métodos. El experimento se realizó durante 60 días, en vivero, en la Estación Experimental de Indio Hatuey, en Matanzas (Cuba), sobre un sustrato compuesto por suelo ferralítico rojo y compost enriquecido con el producto comercial IHPLUS® BF (basado en la activación de MAB). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 30 repeticiones por tratamiento. Se aplicaron tres concentraciones de MAB (0.1, 0.2 y 0.5 %) y un tratamiento control. Se evaluaron las variables morfológicas: emergencia (%), altura (cm), hojas (número), grosor del tallo (mm) y biomasa aérea (g) y fisiológicas: clorofila (μg/cm^2), flavonoles (absorbancia relativa), antocianinas (índice Dualex) y el índice de balance de nitrógeno [NBI®]). Resultados. La concentración del 0.2 % de MAB promovió significativamente el crecimiento y el metabolismo secundario (flavonoles y antocianina) sin variaciones en el metabolismo primario (clorofila) y la producción de biomasa aérea. En la mayoría de las variables evaluadas, esta concentración mostró diferencias significativas tanto con respecto al tratamiento control como con respecto a la concentración de 0.5 %. Conclusiones. El lactofermento de hojarasca forestal es un bioestimulante prometedor para *C. juncea*, con una concentración óptima del 0.2 %.

Palabras clave: bioestimulantes, metabolismo, biomasa, concentraciones, microorganismos.

ABSTRACT

Introduction. MBAs are a type of microbial bioestimulant obtained from the fermentation of leaf litter with lactic acid bacteria as the main components. Objective. To evaluate the biological effect of application of solutions of forest litter lactofermentation, a microbial bio-stimulant consisting of beneficial native microorganisms (MAB), on the physiology and biomass production of *Crotalaria juncea* L., used as an indicator plant. Materials and methods.

The experiment was conducted over 60 days in a nursery at the Experimental Station of Indio Hatuey in Matanzas, Cuba, using a substrate composed of red ferralitic soil and compost enriched with the commercial product IHPLUS® BF. A completely randomized design was employed with 30 repetitions per treatment. Three concentrations of MAB (0.1, 0.2, and 0.5 %) and a control treatment were applied. Morphological variables: emergence (%), height (cm), leaves (number), stem thickness (mm), and aerial biomass (g) and, physiological variables: chlorophyll (μg/cm²), flavonols (relative absorbance), anthocyanins (Dualex index), and nitrogen balance index [NBI®]), and physicochemical properties of the substrate were evaluated. Results. The 0.2 % concentration of MAB significantly promoted growth and secondary metabolism (flavonoids and anthocyanins) without affecting primary metabolism (chlorophyll) and aerial biomass production. In most of the evaluated variables, this concentration showed significant differences compared to both the control treatment and the 0.5 % concentration. Conclusions. Forest litter lactofermentation is a promising bio-stimulant for *C. juncea*, with an optimal concentration of 0.2 %.

Key words: Biostimulants, metabolism, biomass, concentrations, microorganisms.

INTRODUCCIÓN

La *Crotalaria juncea* L., también conocida como cáñamo de sol, es una planta leguminosa de rápido crecimiento que se valora como cultivo de cobertura y abono verde. Su ciclo acelerado y su capacidad para responder a factores ambientales la hacen ideal para evaluar insumos agrícolas, mejorar la salud del suelo y el ciclo de nutrientes, lo que la destaca en sistemas de cultivo sostenibles (Coutinho *et al.*, 2024; López López *et al.*, 2023).

En la agricultura moderna, los bioestimulantes han cobrado relevancia como productos biológicos que mejoran la productividad de las plantas. A diferencia de los fertilizantes tradicionales, los bioestimulantes favorecen los procesos fisiológicos naturales, optimizando el crecimiento y resiliencia (Yakhin *et al.*, 2017). Los lactofermentos de hojarasca forestal (MAB) son un tipo de bioestimulante microbiano obtenido de la fermentación de hojarasca con presencia de bacterias del ácido láctico (LAB) como protagonistas (Garg *et al.*, 2024). Su uso promueve prácticas agrícolas sostenibles, mejorando la eficiencia del uso de nutrientes y la tolerancia al estrés, reduciendo la dependencia de insumos sintéticos.

Objetivo: Evaluar el efecto biológico de la aplicación foliar de disoluciones de lactofermento de hojarasca forestal (MAB) sobre la fisiología y la producción de biomasa de *Crotalaria juncea* L., empleada como planta indicadora.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante 60 días a partir del momento de la siembra, en un vivero a pleno sol, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (22°48'07" N, 79°32'02" O; 19 msnm), Perico, Matanzas, Cuba.

Se sembraron dos semillas por bolsa de nailon (2 kg) con un sustrato de compost enriquecido con IHPLUS® BF y tierra (1:1).

Se evaluaron tres tratamientos con diferentes concentraciones de lactofermento de hojarasca forestal (0,1 %, 0,2 % y 0,5 %), en comparación con un grupo testigo sin aplicación.

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado, con 30 repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables morfológicas: emergencia de plantas y número de hojas por conteo visual, altura apical, grosor de la base del tallo y biomasa aérea mediante el peso fresco. Las variables fisiológicas se determinaron con el sensor Dualex, mediante fluorescencia inducida por láser: contenido de clorofila (µg/cm²), flavonoles (absorbancia relativa), antocianinas (índice Dualex Scientific^{+}) e índice de balance de nitrógeno (NBI®) (Cerovic *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

La normalidad y homogeneidad de varianzas se verificaron con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Se realizó ANOVA y comparación de medias por la prueba de Tukey ($P \leq 0,01$), utilizando el programa Infostat 2008.

RESULTADOS

Emergencia y crecimiento de las plantas

En la altura de las plantas, el número de hojas emitidas y grosor de tallo (Cuadro 1), se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos a través del tiempo de evaluación. La disolución de MAB al 0.2 % mostró la mejor respuesta en la altura apical en todos los momentos evaluados. Sin embargo, a los 10 días, las disoluciones 0.2 % y 0.5 % no mostraron diferencias significativas entre ellas, pero ambas difieren a las disoluciones 0.0 % y 0.1 %. A los 25 0.2 % mostró la mejor respuesta y a los 60 días la dosis 0.1 % fue comparable con la de 0.2 %; y difirió del tratamiento 0.0 % y 0.5 %.

En relación con la emisión de hojas, se demostró que para los 10 días no hubo diferencias significativas entre los tratamientos; pero a los 25 días el MAB al 0.2 % fue el que más promovió la emisión de hojas y comparten significancia estadística con las disoluciones de 0.1 y 0.5 %.

En cuanto al grosor del tallo, la disolución de MAB al 0.2 % mostró los valores superiores de grosor del tallo en comparación con el tratamiento control a los 45 días, y difirió también de la concentración de 0.5 % y del control a los 60 días.

Cuadro 1. Indicadores morfológicos de las plantas

	Momentos de evaluación (días)		
Altura apical (cm)	10	25	60
0.0	7.89b	27.70c	83.07c
0.1	8.47b	32.02b	90.83ab
0.2	10.12a	35.20a	94.63ª
0.5	9.94a	31.80b	85.02bc
EE	0.13	0.37	1.28
P	0.0001	0.0001	0.0077
hojas emitidas (u)	10	25	

0.0	4.00a	12.45b	
0.1	3.98a	12.98ab	
0.2	4.00a	14.00a	
0.5	4.00a	13.29ab	
P	0.5212	0.0112	
EE	0.01	0.15	
Grosor de la base del tallo (cm)		45	60
0.0		3.31b	3.81c
0.1		3.62ab	3.96ab
0.2		3.97ª	4.18ª
0.5		3.96ª	4.14bc
EE		0.05	0.05
P		0.0001	0.0774

Metabolismo de las plantas

Respecto a los indicadores del metabolismo de las plantas, evaluados a 30 días después de la siembra (Cuadro 2), las disoluciones de MAB al 0.1 % y 0.2 % no mostraron una afectación significativa en comparación con el tratamiento de control en cuanto al contenido de clorofila, indicador del metabolismo primario. Sin embargo, la disolución de MAB al 0.5 % presentó una disminución significativa del contenido de clorofila respecto, al resto de los tratamientos.

El análisis estadístico no reveló diferencias significativas en el contenido de flavonoles entre los tratamientos. Mientras que el contenido de antocianinas alcanzó valores significativamente mayores en la disolución de MAB al 0.5 %, seguida de la disolución 0.2 %, superior al tratamiento control. El índice de balance de nitrógeno (NBI®), también relacionado con el metabolismo primario, mostró una disminución en los tratamientos que recibieron MAB en comparación con el control, siendo esta reducción más pronunciada en la disolución al 0.5 %.

Cuadro 2. Indicadores del metabolismo de las plantas a 30 días de la siembra

	Clorofila	**Flavonoles**	**Antocianina**	**NBI®**
0.0	21.53 a	1.23	0.22 c	17.59 a
0.1	19.64 a	1.33	0.23 b	14.91 b
0.2	19.8 a	1.34	0.24 ab	15.03 b
0.5	17.29 b	1.34	0.25 a	13.02 c
EE	0.22	0.01	0.0014	0.18
P	0.0001	0.1102	0.0001	0.0001

NBI= índice de balance de nitrógeno

Efectos en la acumulación de biomasa

En relación con la biomasa aérea (Figuras 1 y 2), no se observaron diferencias significativas en la biomasa fresca entre los tratamientos, incluyendo el control. En cuanto a la biomasa seca, sí se detectaron diferencias significativas, siendo mayor en la concentración del 0.2 % en comparación con el tratamiento testigo y el nivel del 0.5 %. No se evidenciaron diferencias significativas entre las concentraciones del 0.2 % y 0.1 %.

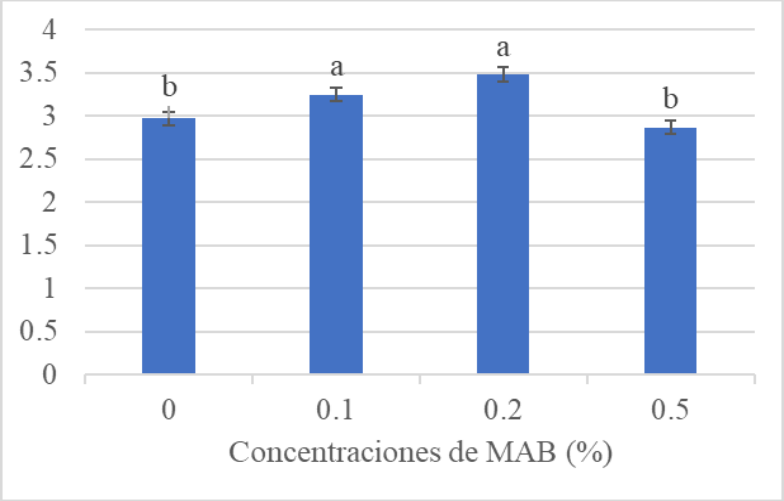


Figura 1. Biomasa aérea fresca (g)

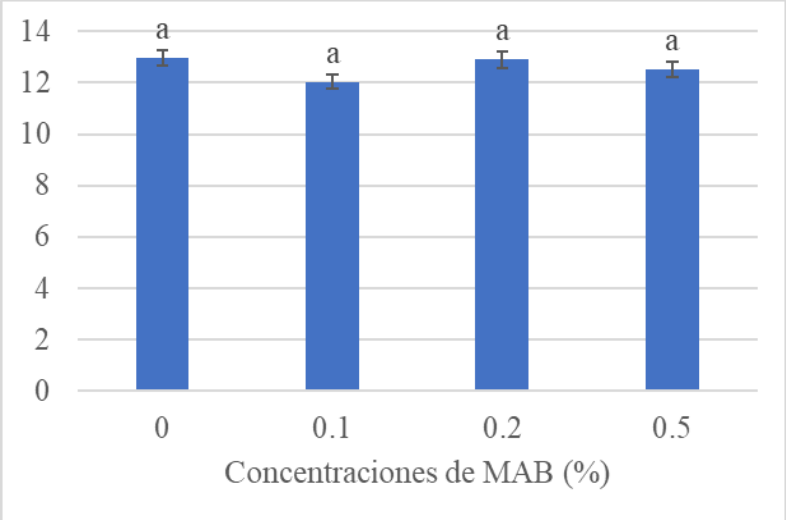


Figura 2. Biomasa aérea seca (g)

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de lactofermento de hojarasca forestal promovió significativamente el crecimiento de *Crotalaria juncea* L., evidenciado por mejoras en la altura, el número de hojas y el grosor del tallo. La concentración del 0.2 % de MAB resultó ser la óptima para estos efectos, estimulando el metabolismo secundario de la planta sin comprometer el metabolismo primario.

BIBLIOGRAFÍA

Cerovic, Z. G.; Masdoumier, G.; Ghozlen, N. B. y Latouche, G. 2012. A new optical leaf-clip meter for simultaneous non-destructive assessment of leaf chlorophyll and epidermal flavonoids. Physiologia plantarum. 146(3): 251-260. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.13993054.2012.01639.x

Coutinho, V. V.; Vigolo, N.; da Cruz, C. C. B.; de Souza, J. V. V.; Zanin, C. E. C. T.; Ruppin, S. M. C. y Lopes, F. V. 2024. Uso de Crotalaria juncea em áreas cultivadas com cana de açúcar. RECIMA21. 5(5): e555181-e555181. https://doi.org /10.47820/recima21.v5i5.5181

Díaz-Solares, M.; Martín-Martín, G.; Miranda-Tortoló, T.; Fonte, L.; Lamela-López, L.; MontejoSierra, I.; Contino Esquijerosa, Y.; Ojeda-García, F.; Medina-Salas, R.; Ramírez Suárez, W.; Lezcano-Fleires, J.; Pentón Fernández, G.; Peter-Schmith, H.; Alonso-Amaro, O.; Catalá-Barranco, R. y Milera-Rodríguez, M. 2020. Biocarbono Cuba. Obtención y utilización de microorganismos nativos: el bioproducto IHPLUS®. Conferencia Científica. Matanzas, Cuba.https://www.researchgate.net/publication/339916260_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismos_nativos_el_bioproducto_IHPLUS_R

Feitosa, A. C. y Garófalo, L. H. 2019. Biostimulants and their role in improving plant growth under abiotic stresses. En: S. M. Mirmajlessi, y R. Radhakrishnan (editores), Biostimulants in Plant Science. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.88829

Garg, S.; Nain, P.; Kumar, A.; Joshi, S.; Punetha, H.; Sharma, P. K.; Siddiqui, S.; Alshaharni, M. O.; Algopishi, U. B. y Mittal, A. 2024. Next generation plant biostimulants & genome sequencing strategies for sustainable agriculture development. Frontiers in Microbiology. 15: 1439561. https://doi. org/10.3389/fmicb.2024.1439561

Gao, F.; Zhang, H.; Chu, C.; Liu, C.; Wang, N.; Zhang, W. y Zhang, S. 2021. Engineering of the cytosolic form of phosphoglucose isomerase into chloroplasts improves plant photosynthesis and biomass. New Phytologist. 231(1): 315-325. https://doi.org/10.1111/nph.17368

Kaur, S.; Tiwari, V.; Kumari, A.; Chaudhary, E.; Sharma, A.; Ali, U. y Garg, M. 2023. Protective and defensive role of anthocyanins under plant abiotic and biotic stresses: an emerging application in sustainable agriculture. Journal of Biotechnology. 361: 12-29. https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2022.11.009

Lanna, A. C.; Silva, M. A.; Moreira, A. S.; Nascente, A. S. y Fillipi, M. C. C. d. 2021. improved nutrient uptake in three Crotalaria species inoculated with multifunctional microorganisms.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 25(7). https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ZN5Kz3svYL WD7DbtfH3yB8s/?lang=en

Pentón, G. 2019. Nuevos abonos organominerales para la fertilización y la restauración del suelo. Informe anual de proyecto. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 39 p.

Pérez, M.; Norda, E.; Oropesa, Y. y Pentón, G. 2023. Bioabonos con biochar de morera (Morus alba L.) en la germinación y desarrollo inicial de Crotalaria juncea L. en cepellón. Avances en Investigación Agropecuaria. 27: 51-64.

Yakhin, O. I.; Lubyanov, A. A.; Yakhin, I. A. y Brown, P. H. 2017. Biostimulants in plant science: a global perspective. Frontiers in Plant Science. 7. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049



DIAGNÓSTICO MOLECULAR DE OGM EN MAÍZ Y SOYA: COMPETENCIA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE BIODIVERSIDAD AGRÍCOLA E INOCUIDAD EN CUBA

MOLECULAR DIAGNOSIS OF GMOS IN MAIZE AND SOYBEAN: TECHNICAL COMPETENCE FOR THE PROTECTION OF AGRICULTURAL BIODIVERSITY AND FOOD SAFETY IN CUBA

Maylín Pupo-Arias[1]*, Madeline Blanco-de Armas[2],
Adriana Mesa-Delgado[2], Arsenio Betancourt-Bravo[1].

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba*

[2]*Centro de Investigaciones Científicas de la Defensa Civil (CICDC), Cuba*

**Autor para correspondencia: maylin.pupo98@gmail.com*

RESUMEN

La demostración de la competencia técnica constituye un pilar crítico para la acreditación de laboratorios bajo la norma ISO/IEC 17025, asegurando la inocuidad y transparencia en la cadena de valor agroalimentaria. En este contexto, el Laboratorio de OGM del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) desempeña un rol estratégico mediante la detección e identificación cualitativa de eventos biotecnológicos en matrices de granos y piensos de destino animal, actividad esencial para salvaguardar la seguridad alimentaria nacional. El presente trabajo evalúa el desempeño analítico del laboratorio mediante la resolución del panel de proficiencia internacional GeMMU133 (FAPAS). Se procesó una muestra ciega de harinas mezcladas para la identificación cualitativa (presencia/ausencia) de los eventos GTS 40-3-2 en soya (Glycine max) y TC1507 en maíz (Zea mays). La metodología empleada integró la extracción de ADN con kit comercial (DNeasy Plant Mini Kit, Qiagen), el control de calidad mediante espectrofotometría (NanoDrop) y electroforesis, seguidos de ensayos de PCR en tiempo real para genes endógenos, elementos regulatorios y eventos específicos. Los resultados mostraron curvas de amplificación satisfactorias que confirman la veracidad del diagnóstico cualitativo y la robustez del flujo de trabajo. Este ejercicio, avalado por esquemas interlaboratorios globales, aporta la evidencia objetiva necesaria para respaldar la competencia del personal ante el órgano acreditador nacional. De este modo, se garantiza un control biotecnológico riguroso que tributa a sistemas de producción animal más seguros y sostenibles, en plena consonancia con las políticas de soberanía alimentaria y la protección de la biodiversidad agrícola en Cuba.

Palabras clave: FAPAS, PCR en tiempo real, competencia técnica, inocuidad alimentaria.

ABSTRACT

Laboratory accreditation under ISO/IEC 17025 is a critical requirement to ensure transparency and food safety in the agri-food chain. In this context, the GMO Laboratory of the National

Center for Agricultural Health (CENSA) plays a strategic role in detecting and identifying biotechnological events in grain and feed matrices intended for animal consumption. This study evaluates the laboratory's analytical performance through the resolution of the international proficiency panel GeMMU133 (FAPAS). A blind sample of mixed flours was processed for the qualitative identification (presence/absence) of GTS 40-3-2 soybean (Glycine max) and TC1507 maize (Zea mays). The methodology included DNA extraction using the commercial DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen), quality control by spectrophotometry (NanoDrop) and electrophoresis, followed by real-time PCR assays targeting endogenous genes, regulatory elements, and specific events. The results showed satisfactory amplification curves confirming the reliability of the qualitative diagnosis and the robustness of the workflow. This exercise, endorsed by global interlaboratory schemes, provides objective evidence to support staff competence before the national accreditation body. Thus, rigorous biotechnological control is guaranteed, contributing to safer and more sustainable animal production systems, in line with Cuba's food sovereignty policies and the protection of agricultural biodiversity.

Key words: FAPAS, real-time PCR, technical competence, food safety

INTRODUCCIÓN

En el actual escenario agroalimentario cubano, la gestión de granos de maíz (*Zea mays*) y soya (*Glycine max*) destinados al consumo animal exige un control riguroso de bioseguridad. La coexistencia de producciones nacionales con importaciones de diversos orígenes plantea la necesidad crítica de identificar eventos biotecnológicos específicos, no solo para garantizar la trazabilidad del producto, sino para prevenir riesgos asociados a la liberación no controlada de material genético modificado al medio ambiente (Broll *et al*., 2025).

Para enfrentar este reto, el Laboratorio de OGM del CENSA ha implementado el diagnóstico mediante PCR en tiempo real (qPCR), una metodología que destaca por su alta sensibilidad y especificidad en la identificación de secuencias diana (Holst-Jensen, 2009). La estandarización de este proceso permite transformar una muestra heterogénea en un resultado analítico reproducible, garantizando la confiabilidad necesaria para el monitoreo de estas matrices.

Bajo las exigencias de la norma ISO/IEC 17025:2017, esta capacidad técnica debe ser validada mediante evidencias externas que respalden la acreditación institucional. Es aquí donde la resolución del ítem de ensayo GeMMU133 adquiere una importancia estratégica, funciona como el mecanismo de validación ciega que, siguiendo los principios comunes para ensayos de aptitud, certifica que los protocolos internos y el desempeño del personal cumplen con los estándares globales de exactitud (FAPAS, 2016).

Objetivo: Evaluar la competencia técnica analítica del Laboratorio de OGM del CENSA mediante la resolución del ítem de ensayo GeMMU133 (FAPAS), para demostrar la exactitud en el diagnóstico de maíz y soya como requisito para la acreditación por la norma ISO/IEC 17025:2017.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra de ensayo y controles

Se procesó el ítem de ensayo GeMMU133 (Fapas), consistente en una mezcla de harinas enviada por el esquema internacional de proficiencia FAPAS. Como soporte analítico se emplearon Materiales de Referencia Certificados (MRC) de los eventos TC 1507 (maíz) y GTS 40-3-2 (soya) al 10% como controles positivos (BF418b 10%, ERM-BF410bp 10%), y al 0% OGM como controles negativos (blancos de matriz BF418a, EMR-BF410ap). Se incluyó además un blanco de técnica para verificar la ausencia de contaminación en reactivos.

Condiciones ambientales y control de proceso

Todos los ensayos se llevaron a cabo bajo condiciones controladas de temperatura y humedad para preservar la integridad de las muestras y la estabilidad de los reactivos. Se mantuvo una temperatura de 20-22°C y una humedad relativa inferior al 70%. Para asegurar la repetibilidad de los resultados del diagnóstico, cada análisis se ejecutó por duplicado (dos réplicas).

Extracción del ADN

La extracción se realizó con el DNeasy® Plant Mini Kit (QIAGEN, Alemania) (Kim *et al*., 2025), siguiendo el protocolo del fabricante a partir de 100 mg de la harina para cada una de las réplicas. El ADN fue eluido en 100 µL del tampón AE y se conservaron a -20 °C. La calidad del material genético se verificó mediante espectrofotometría en NanoDrop, determinando la concentración y pureza, estandarizando los extractos a 50 ng/µL; y la integridad del ADN genómico mediante electroforesis en gel de agarosa al 1.5 % integridad, con patrón de peso molecular (pGEM® DNA Marker, Promega).

Ensayo de PCR en tiempo real

Las corridas se realizaron en el equipo LightCycler® 480 (Roche), empleando la enzima FastStart Essential DNA Master. Para la amplificación se utilizaron cebadores específicos y sondas de hidrólisis diseñadas para la detección de genes endógenos, elementos reguladores y eventos transgénicos en maíz y soya. Las secuencias diana, el tamaño de amplicones y los programas térmicos correspondiente se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones de los cebadores y sondas y utilizados para la detección molecular por qPCR de genes endógenos, elementos reguladores y eventos transgénicos en maíz y soya

Cultivo	Secuencia diana	Cebador/sonda	Tamaño Amplicón	Programa
SOYA	Gen endógeno lectina	Lec-f1, Lec-r1,Lec-p1	118 pb	95◦C-10´/ 95◦C-30´´/59◦-60´´ 40 ciclos
	Promotor 35S (soya y maíz)	sF, sR, 35S-core	79 pb	95◦C-10´/ 95◦C-15´´/ 60◦-60´´ 50 ciclos
	Terminador TNos	180-F, 180-R, Tm-180	84 pb	95◦C-15´/ 94◦C-15´´/ 60◦-60´´ 45

	Evento GTS 40-3-2	AF, AR, AP	121	ciclos 95◦C-10´/ 95◦C-15´´/ 55◦-60´´ 45 ciclos
MAÍZ	Gen endógeno alcohol deshidrogenasa	ADH-FF3, ADH-RR4, ADH1-MDO	135 pb	95◦C-10´/ 95◦C-15´´/ 60◦-60´´ 50 ciclos
	Terminador 35S	T25, T25, T25-2 Taq	149 pb	95◦C-10´/ 95◦C-30´´/ 59◦-60´´ 40 ciclos
	Evento TC-1507	MaiY-F1, Maiy-R3, MaiY-S1	58 pb	95◦C-10´/ 95◦C-15´´/ 60◦-60´´ 45 ciclos

El diagnóstico se basó en un análisis cualitativo, determinando la presencia de los eventos mediante la observación de curvas de amplificación con perfil sigmoideo. La validez del resultado se confirmó por la ausencia de señal en los blancos y la amplificación clara de los controles positivos de referencia, asegurando que la detección en el ítem de ensayo fuera inequívoca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la calidad del material genético

La extracción de ADN a partir del ítem de ensayo GeMMU133 y de los MRC arrojó resultados satisfactorios. La pureza de los extractos se verificó mediante las relaciones de absorbancia obtenidas por espectrofotometría, las cuales se mantuvieron en los rangos óptimos de 1,8 a 2,0 (A260/A280) y de 2,0 a 2,2 (A260/A230). Estos valores aseguran la ausencia de contaminantes proteicos y fenoles, factores que según Schrader *et al*. (2012), son críticos ya que pueden actuar como inhibidores de la polimerasa y comprometer la sensibilidad del ensayo.

Asimismo, la integridad observada mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,5% permitió observar bandas nítidas de alto peso molecular, confirmando que el material no presenta degradación. La estandarización de las muestras a 50 ng/µL garantizo una carga de ADN uniforme, condición necesaria para asegurar la eficiencia de amplificación en los ensayos de qPCR posteriores.

Diagnóstico molecular y análisis de eventos específicos

El empleo de la qPCR cualitativa permitió la identificación inequívoca de las matrices de maíz y soya a través de la detección de sus respectivos genes endógenos (adh y Lectina), lo cual validó la presencia de ADN de ambas especies en la muestra.

Posteriormente, el análisis de los elementos regulatorios resultó positivo para el promotor P35S y el terminador TNOS, confirmando que ambos componentes de la mezcla corresponden a organismos modificados genéticamente. Finalmente, mediante el uso de sondas de hidrólisis específicas, se identificaron satisfactoriamente los eventos específicos TC 1507 (maíz) y GTS 40-3-2 (soya), resultado que concuerda con los métodos validados y documentos en el compendio del Joint Reserch Centre (JRC,2023) para el análisis de OGM. En la figura 1 y en la figura 2 se observan los resultados obtenidos por el equipo al detectar soya GTS 40-3-2

Results

Inc	Pos	Name	Type	CP
☑	B1	M1.1	Unknown	32.83
☑	B2	M1.2	Unknown	33.10
☑	B3	M1.3	Unknown	32.86
☑	B4	M1.4	Unknown	33.24
☑	B5	M1.5	Unknown	32.89
☑	B6	M1.6	Unknown	33.08
☑	C1	M2.1	Unknown	33.30
☑	C2	M2.2	Unknown	33.79
☑	C3	M2.3	Unknown	33.24
☑	C4	M2.4	Unknown	33.34
☑	C5	M2.5	Unknown	33.45
☑	C6	M2.6	Unknown	33.08
☑	H1	CR	Unknown	
☑	H2	CR	Unknown	
☑	H6	CN	Unknown	
☑	H11	CP	Unknown	29.56
☑	H12	CP	Unknown	29.36

Figura 1. Valores de Ct medidos de las muestras (M1 y M2), control positivo (CP), control negativo (CN) y control de reactivo (CR) para detectar evento GTS 40-3-2 por el LightCycler 480

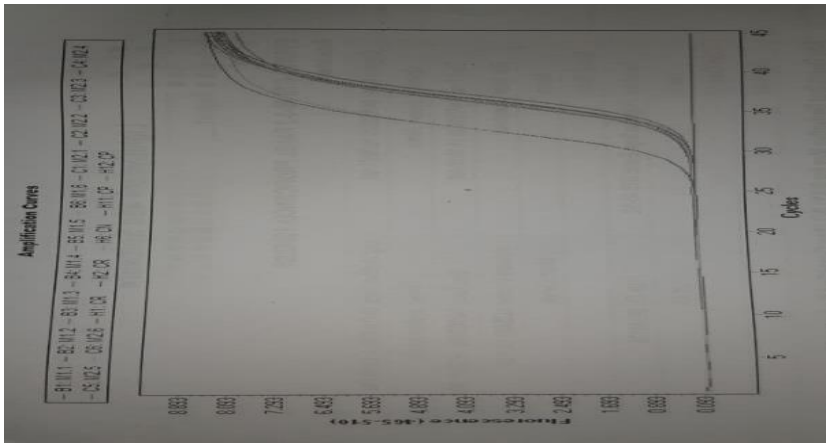


Figura 2. Curvas de amplificación de las muestras y los controles para detectar evento GTS 40-3-2 por el Light Cycler 480

La validez del diagnóstico se fundamentó en el comportamiento de los controles positivos y negativos, además del blanco de técnica, lo que permitió descartar cualquier tipo de contaminación cruzada durante el proceso. Según el protocolo de FAPA (2016), la resolución de un ítem de ensayo ciego, aun previa a la recepción de la evaluación de aptitud externa constituye una evidencia sólida de competencia analítica. La capacidad para detectar múltiples eventos en mezclas complejas refuerza la confiabilidad del servicio de diagnóstico del laboratorio bajo los estándares de la norma ISO/IEC 17025:2017.

CONCLUSIONES

La ejecución este ensayo de aptitud demuestra la consolidación de las capacidades analíticas del país para la detección de OGM, validando la robustez técnica del laboratorio en el diagnóstico molecular. El fortalecimiento de estas competencias analíticas constituye un avance estratégico en la bioseguridad nacional y la soberanía tecnológica, asegurando un control agroalimentario confiable que contribuye directamente a la seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

Schrader, C., Schielke, A., Ellerbroek, L., & Johne, R. 2012. PCR inhibitors – occurrence, properties and removal. Journal of Applied Microbiology, 113(5), 1014-1026.

Broll, H., Bandied, J., Braeuning, A., Eckermann, K. N., Gebhardt, A., Grohmann, L., & Querci, M. 2025. Status and trends in the analysis of GMO and new genomic techniques. Journal of Consumer Protection and Food Safety, 20(1), 89-92.

European Commission Joint Research Centre (JRC). 2023. Compendium of reference methods for GMO analysis. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

FAPAS. 2016. Protocol for proficiency testing programmes. Version 5, September 2016. Part 1: Common principles. Fera Science Ltd. (FERA), National Agri-Food Innovation Campus, Sand Hutton, York YO41 1LZ, United Kingdom.

Holst-Jensen, A. 2009. Testing for genetically modified organisms (GMOs): Past, present and future perspectives. Biotechnology Advances, 27(6), 1071–1082.

International Organization for Standardization (ISO). 2017. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva, Switzerland: ISO.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

APLICACIÓN DE BIOPRODUCTOS EN LA ACLIMATIZACIÓN DE PLÁTANO 'INIVIT PB-2012'

APPLICATION OF BIOPRODUCTS IN THE ACCLIMATIZATION OF PLANTAIN 'INIVIT PB-2012'

Sadi Trujillo Machado*, Yoel Beovides García, Milagros Basail Pérez, Víctor Medero Vega, Arletys Santos Pino, Adrian Rubio Cabrera

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba.

**Autor para correspondencia: cultej.biotec@inivit.cu*

RESUMEN

La aclimatización es una fase crítica en la micropropagación del plátano (*Musa* spp.). El uso de bioproductos puede favorecer el crecimiento de las plantas, pero no siempre se conoce su efecto en la aclimatización de cultivos de interés económico. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de los productos Icibiop-Glu®, Lebame® y Nitrofix® en plantas *in vitro* de plátano 'INIVIT PB-2012' durante la aclimatización. Se estudió la incidencia del número de aplicaciones y del tiempo de inmersión radical. Se aplicaron aspersiones semanales de 0 (Control), 2, 3,4 y 5 aplicaciones y tiempos de inmersión de 0 (Control), 10, 15 y 20 minutos, bajo un diseño completamente aleatorizado. A los 50 días se midieron variables como: altura de la planta, grosor del pseudotallo y área foliar. Los resultados mostraron que los tres Bioproductos expresaron su mayor eficacia biológica con tres aplicaciones o 15 minutos de inmersión, las que fueron estadísticamente suficientes, sin diferencias significativas con frecuencias o tiempos mayores. Valores superiores de aplicaciones o inmersión no aportaron beneficios adicionales. Los hallazgos permiten establecer protocolos específicos para cada bioproducto, eficientes y económicamente viables, aplicables en la red de Biofábricas de Cuba para micropropagar este cultivar de plátano.

Palabras clave: bioestimulantes, Biofábricas, micropropagación, *Musa* spp.

ABSTRACT

Acclimatization is a critical phase in the micropropagation of banana (*Musa* spp.). The use of bioproducts can promote plant growth, but their effect on the acclimatization of economically important crops is not always known. The objective of this research was to determine the effect of the products Icibiop-Glu®, Lebame®, and Nitrofix® on in vitro plants of banana 'INIVIT PB-2012' during acclimatization. The influence of the number of applications and root immersion time was studied. Weekly sprays of 0 (control), 2, 3, 4, and 5 applications and immersion times of 0 (control), 10, 15, and 20 minutes were applied under a completely randomized design. At 50 days, variables such as plant height, pseudostem thickness, and leaf area were measured. The results showed that all three bioproducts expressed their greatest biological efficacy with three applications or 15 minutes of immersion, which were statistically sufficient, with no significant differences compared to higher frequencies or longer times. Higher application numbers or longer

immersion times provided no additional benefits. The findings allow the establishment of specific, efficient, and economically viable protocols for each bioproduct, applicable within the network of Biofactories in Cuba for the micropropagation of this banana cultivar.

Key words: biostimulants, Biofactories, micropropagation, *Musa* spp

INTRODUCCIÓN

El plátano (*Musa* spp.) posee gran importancia alimentaria, social y económica a nivel global por su alto valor energético y nutritivo. Su productividad se ve limitada por factores como el déficit hídrico, la baja calidad de la semilla y plantaciones envejecidas. La biotecnología, mediante la micropropagación ofrece soluciones eficientes. Sin embargo, la aclimatización es la fase más crítica; un manejo inadecuado provoca altas tasas de mortalidad por falta de adaptación al campo.

El cultivar 'INIVIT PB-2012' se propaga ampliamente en la red de Biofábricas cubanas. Al mismo tiempo, en Cuba crece ha crecido el uso de bioproductos (como puede ser el Icibiop-Glu®, Lebame® y Nitrofix®) como prácticas sostenibles. Sin embargo, existe un problema fundamental, y es que se desconoce el método de aplicación más adecuado para estos bioproductos durante ésta etapa tan crítica. Aunque se han estudiado diferentes dosis, no existen protocolos que definan la cantidad de aplicaciones necesarias para mantener el estímulo sobre las plantas, ni el tiempo de inmersión radical que garantice una absorción eficaz sin provocar estrés.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los productos Icibiop-Glu®, Lebame® y Nitrofix® en plantas *in vitro* de plátano 'INIVIT PB-2012' durante la aclimatización estudiando la incidencia del número de aplicaciones y del tiempo de inmersión radical en la fase de aclimatización, con el fin de establecer protocolos aplicables en la red de Biofábricas

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la fase de aclimatización de la Biofábrica del Centro de Desarrollo Agropecuario (AgroFAR), bajo supervisión del INIVIT, durante junio/2024-mayo/2025. Se emplearon plantas *in vitro* de plátano 'INIVIT PB-2012' (ABB), obtenidas según el protocolo de López *et al.* (2017). Todos los ensayos fueron diseños completamente aleatorizados con dos repeticiones en el tiempo; cada tratamiento incluyó 50 plantas y se evaluaron 10 al azar.

Bioproductos empleados. Se utilizaron los bioproductos: Icibiop-Glu® (base *Gluconacetobacter diazotrophicus*), Lebame® y Nitrofix®, producidos por la UEB Bioprocesos Cuba-10 (ICIDCA), registrados y aprobados para uso agrícola en Cuba (ICIDCA, 2024)

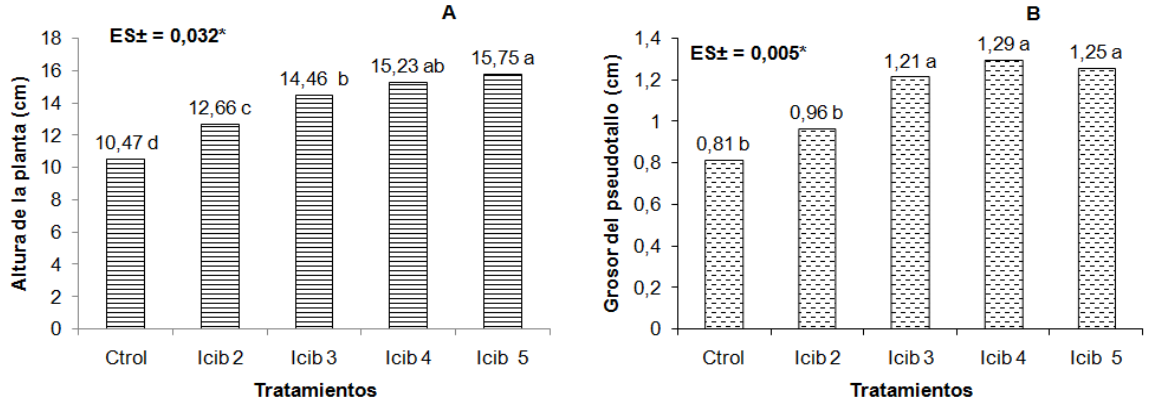
Cantidad de aplicaciones. Se evaluaron cinco tratamientos: 0 (Control), 2, 3, 4 y 5 aplicaciones, en aplicaciones cada siete días (desde el día del trasplante) mediante aspersión manual sobre planta y sustrato. Las dosis empleadas fueron recomendadas por Trujillo *et al.* (2025). Se evaluó supervivencia a los 15 días después del trasplante (ddt) y a los 50 ddt, variables como altura de planta (cm), grosor del pseudotallo (cm) y área foliar (cm²).

Tiempo de inmersión radical. Previo al trasplante, las raíces se sumergieron en la solución de cada bioproducto según dosis propuesta por Trujillo *et al.* (2025) durante 0 (control, solo agua), 10, 15 o 20 minutos. A los 21 ddt se realizó una aplicación adicional por aspersión (igual dosis) para reforzar el inóculo. Se evaluaron las mismas variables descritas antes a los 50 ddt.

Análisis estadístico. Los datos se procesaron con SPSS/PC+ versión 21.0 (IBM Corp, 2012). Se comprobó la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). Se aplicó ANOVA multifactorial y comparaciones de medias mediante prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

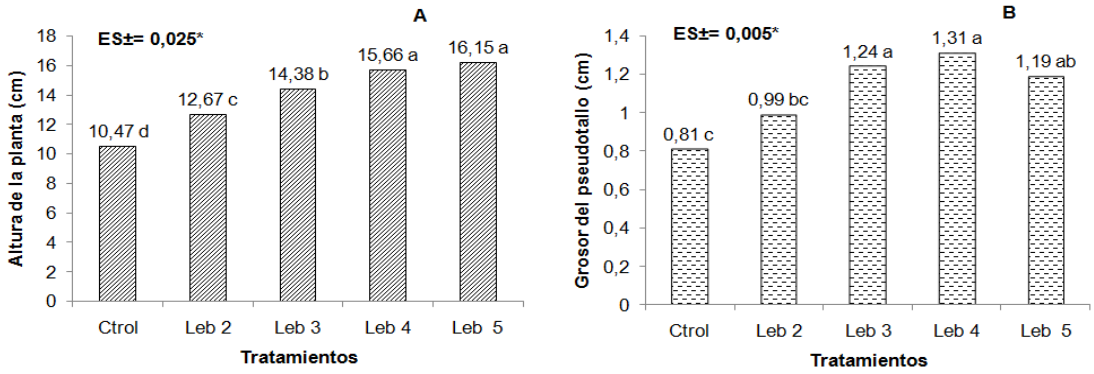
El número de aplicaciones influyó significativamente ($P \leq 0.05$) en el crecimiento de las plantas. Para el Icibiop-Glu® (Figura 1), y el Lebame® (Figura 2) el mayor efecto en la altura se observó con cuatro aplicaciones, sin diferencias estadísticas con tres y cinco; sin embargo, los pseudotallos más gruesos se contabilizaron con cuatro aplicaciones, pero sin diferencias con el tratamiento premio ni con el superior. En ambos casos, siempre hubo diferencias significativas con el control (sin aplicaciones).



**Letras diferentes en cada columna expresan diferencias ($P \leq 0,05$) de acuerdo con Prueba de Tukey*

Leyenda: Ctrol- Control Absoluto (sin aplicación); Icib 2: IcibiopGlu® con dos aplicaciones; Icib 3: IcibiopGlu® con tres aplicaciones; Icib 4: IcibiopGlu® con cuatro aplicaciones; Icib 5: IcibiopGlu® con cinco aplicaciones.

Figura 1: Efecto del número de aplicaciones de Icibiop-Glu® sobre la altura (A) y el grosor del pseudotallo (B) en plantas de *Musa* spp. cv. 'INIVIT PB-2012'.



**Letras diferentes en cada columna expresan diferencias (P≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey*

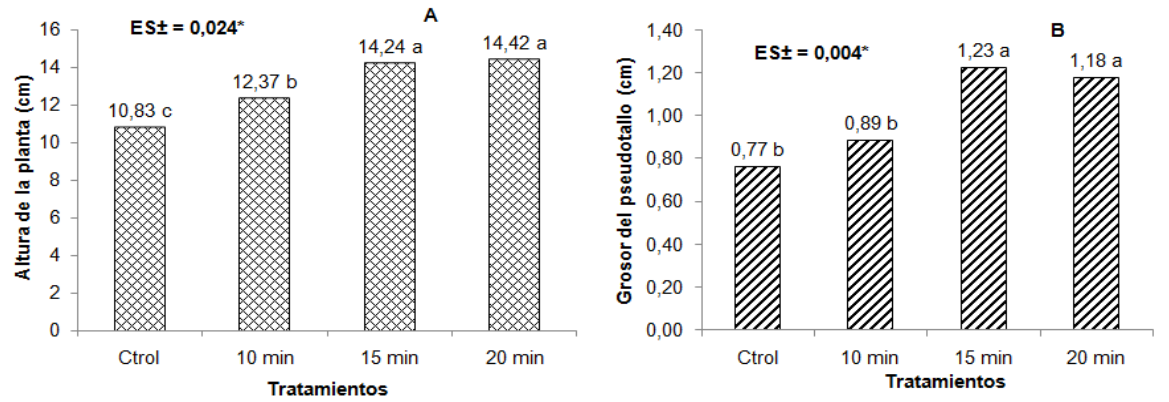
Leyenda: Ctrol- Control Absoluto (sin aplicación); Leb 2: Lebame® con dos aplicaciones; Leb 3: Lebame® con tres aplicaciones; Leb 4: Lebame® con cuatro aplicaciones; Leb 5: Lebame® con cincoaplicaciones.

Figura 2: Efecto del número de aplicaciones de Lebame® sobre la altura (A) y el grosor del pseudotallo (B) en plantas *in vitro* de *Musa* spp. cv. 'INIVIT PB-2012'.

En el caso del Nitrofix®, los mayores incrementos en altura y grosor se determinaron también con tres aspersiones con iguales diferencias estadísticas respecto al control. El desarrollo foliar expresó un comportamiento similar a las variables anteriores. Tres aplicaciones de Icibiop-Glu®, Lebame® o Nitrofix® generaron incrementos importantes en el área foliar, que fueron significativos respecto al control, pero no en relación a mayores niveles de inoculación. Esta variable es decisiva en la calidad de la actividad fotosintética (Suárez *et al.*, 2024).

El tiempo de exposición por inmersión radical a las soluciones bioactivas también incidió significativamente la respuesta de las plantas ($P \leq 0.05$). Para los tres bioproductos, 15 min fueron suficientes para generar incrementos significativos de altura y grosor del pseudotallo.

Ejemplo de ello se ve reflejado en la Figura 3 donde se puede observar que el bioproducto Lebame® no tiene diferencias significativas entre la cuarta y quinta variables. El área foliar siguió el mismo patrón: 15 minutos para los tres bioproductos.



**Letras diferentes en cada columna expresan diferencias (P≤ 0,05) de acuerdo con Prueba de Tukey*

Leyenda: Ctrol- Control Absoluto (sin aplicación); Leb 10: Lebame® con 10 min de inmersión de raíces; Leb 15: Lebame® con 15 min de inmersión de raíces; Leb 20: Lebame® con 20 min de inmersión de raíces

Figura 3. Efecto del tiempo de inmersión radical de Lebame® sobre altura (A) y grosor del pseudotallo (B) en plantas de *Musa* spp. cv. 'INIVIT PB-2012'

Los resultados demostraron que el protocolo de aplicación debe ser específico para cada bioproducto, y su respuesta podría variar de un cultivo a otro, lo que coincide con investigaciones de otros autores. Gutiérrez *et al.* (2023), por ejemplo, reportaron incrementos en la altura del plátano 'FHIA-21' en campo con tres aplicaciones de un bioestimulante rico en aminoácidos.

Aunque en esta investigación, con el uso de Bioproductos microbianos se demostraron resultados significativos de eficiencia con 15 min de inmersión de las raíces, o con tres aspersiones foliares, este tipo de efecto puede requerir de más tiempo u otras condiciones. Ruíz *et al.* (2022) y Pérez *et al.* (2023), sugirieron que las levaduras requieren mayor tiempo de contacto para una adhesión y colonización radical efectiva. Chávez *et al.* (2021) y López *et al.* (2023) documentaron la influencia positiva de rizobacterias fijadoras de nitrógeno en el desarrollo radicular y la promoción del crecimiento de musáceas**,** lo que coincide en cierta manera con la efectividad del Nitrofix® (un biofertilizante cubano a base de bacterias del género *Azospirillum* sp.) tanto en tres aplicaciones por aspersión como a partir de la inmersión de las raíces de plantas *in vitro* de plátano 'INIVIT PB-2012' durante al menos 15 minutos.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que, para los tres bioproductos evaluados (Icibiop-Glu®, Lebame® y Nitrofix®), la implementación de tres aplicaciones foliares o 15 minutos de inmersión radical previo al trasplante, contribuyó a una adecuada aclimatización del plátano 'INIVIT PB-2012'. Ambas variantes garantizaron incrementos significativos en la altura de la planta, el grosor del pseudotallo y el área foliar. La implementación de estos protocolos contribuiría a procesos de micropropagación más eficientes y viables en la red de Biofábricas de todo el país.

BIBLIOGRAFÍA

Chávez, A., López, M. & González, S. 2021. Optimización del tiempo de inoculación con rizobacterias fijadoras de nitrógeno en plátano durante la aclimatización. *Revista de Microbiología Agrícola*, 42(3): 201-215.

Gutiérrez, R., Mora, J. & Campos, L. 2023. Frecuencia de aplicación de bioestimulantes aminoacídicos en el crecimiento de plátano 'FHIA-21' durante la aclimatización. *Revista de Fruticultura Tropical*, 25(2): 89-102.

IBM Corp. 2012. *IBM SPSS Statistics for Windows (Version 21.0)* [Software de computadora]. Armonk, NY: IBM Corp.

ICIDCA. Instituto de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar. 2024. *Catálogo de bioproductos*. Folleto impreso. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), 25 p.

López, F., Díaz, H. & Torres, M. 2023. Efecto del número de aplicaciones de un biofertilizante nitrogenado en el desarrollo de plátano 'Dominico Hartón'. *Agronomía Colombiana*, 41(1): 67-78.

López, J., Rayas, A., Santos, A. & Bauta, M. 2017. Embriogénesis somática en plátanos y bananos. *Biotecnología Vegetal*, 17(2): 67-76.

Mendoza, A., Silva, P. & Rojas, C. 2025. Optimización de la frecuencia de aplicación de un bioestimulante a base de *Trichoderma* en vitroplantas de plátano. *Biotecnología Vegetal*, 25(1): 45-58.

MINAG. Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura. 2018. Instructivo técnico para la aclimatización o endurecimiento *ex vitro* de vitroplantas de plátano, banano, malanga y otras viandas. República de Cuba.

Pérez, A., Fernández, C. & González, R. 2023. Influencia de la frecuencia de aplicación de consorcios microbianos en parámetros de crecimiento de plátano 'Williams'. *Journal of Applied Microbiology*, 125(3): 345-356.

Ruíz, E., Castro, P. & Herrera, M. 2022. Tiempo de contacto requerido para la adhesión y colonización de levaduras bioestimulantes en raíces de musáceas. *Journal of Applied Microbiology*, 133(4): 1567-1578.

Suárez, M., Herrera, K., & Vázquez, D. 2024. Efecto de la frecuencia de bioestimulación microbiana en la eficiencia fotosintética de clones de banano. Photosynthetica, 62(1), 78-89.

Trujillo, S., Beovides, Y., Basail, M., Medero, V., Santos, A. & Rubio, A. 2025. Determinación de dosis óptimas de IcibiopGlu®, Lebame® y Nitrofix® en la aclimatización del plátano 'INIVIT PB-2012'. *Agricultura Tropical*, 11(1-2): 10. ISSN: 2517-9292. Available: http://ojs.inivit.cu/index.php?journal=inivit&page=article&op=view&path%5B%5D=251

EFECTO DEL BIOESTIMULANTE VIUSID® AGRO SOBRE PARÁMETROS MORFOFISIOLÓGICOS Y LA INDUCCIÓN DE CALLOS EMBRIOGÉNICOS EN YUCA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

EFFECT OF THE BIOSTIMULANT VIUSID® AGRO ON MORPHOPHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND THE INDUCTION OF EMBRYOGENIC CALLUSES IN CASSAVA (MANIHOT ESCULENTA CRANTZ)

Adrian Rubio Cabrera*, Víctor R. Medero Vega, Aymé Rayas Cabrera

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba

*Autor para correspondencia: adrianrubio0502@gmail.com

RESUMEN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) está considerada la cuarta fuente de calorías después del arroz, la caña de azúcar y el maíz. En Cuba, su cultivo dentro del grupo de las raíces y tubérculos tropicales constituyen un componente principal dentro del programa alimentario debido a su consumo como fuente energética básica en la comida tradicional cubana. En contraste a lo anterior, debido al déficit de material de plantación, utilizado fundamentalmente por el método de propagación convencional y unido a otros problemas agrotécnicos del cultivo, han provocado que exista poca disponibilidad de material de plantación con buena calidad. Teniendo en cuenta lo anterior y basado en la importancia de este cultivo para la alimentación en Cuba, se planteó el siguiente objetivo de trabajo: Inducir la formación de callos con estructuras embriogénicas en el cultivar 'INIVIT Y 93- 4'. Con el objetivo de preparar los explantes para la inducción de callos con estructuras embriogénicas se utilizaron dos medios de cultivo el primero sin la adición de VIUSID® Agro. Para determinar la mejor variante en la formación de callos con estructuras embriogénicas se estudió yemas axilares de explantes *in vitro* y yemas axilares tratadas con VIUSID® Agro (1 $ml.L^{-1}$). El uso del VIUSID® Agro a la concentración de 1 $ml.L^{-1}$. EL explante yemas axilares provenientes medio de cultivo con 1 $ml.L^{-1}$ de VIUSID® Agro favoreció la obtención de callos con estructuras embriogénicas.

Palabras clave: Embriogénesis somática, Manihot esculenta, propagación

ABSTRACT

Cassava (Manihot esculenta Crantz) is considered the fourth most important source of calories after rice, sugarcane, and corn. In Cuba, its cultivation, within the group of tropical roots and tubers, is a key component of the food program due to its consumption as a basic energy source in traditional Cuban cuisine. However, a shortage of planting material, primarily due to the use of conventional propagation methods, coupled with other agronomic challenges, has resulted in a limited availability of high-quality planting material. Considering the above and based on the importance of this crop for food in Cuba, the following research objective was established: To induce callus formation with embryogenic structures in the 'INIVIT Y 93-4' cultivar. To prepare the explants for callus induction, two culture media were used, the first without the addition of

VIUSID® Agro. To determine the best variant for callus formation with embryogenic structures, axillary buds from in vitro explants and axillary buds treated with VIUSID® Agro (1 ml L^{-1}) were studied. The explantation of axillary buds from culture medium with 1 $ml.L^{-1}$ of VIUSID® Agro favored the obtaining of calluses with embryogenic structures.

Key words: Somatic embryogenesis, Manihot esculenta, propagation.

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) está considerada la cuarta fuente de calorías después del arroz, la caña de azúcar y el maíz (Ceballos y Cruz, 2002). Este cultivo se ha convertido en un elemento clave para la lucha contra el hambre y la pobreza (Ospina, 2000) por formar parte de los alimentos básicos para más de 800 millones de personas alrededor del mundo (Ojola *et al.,* 2018). En Cuba, su cultivo dentro del grupo de las raíces y tubérculos tropicales constituyen un componente principal dentro del programa alimentario nacional debido a su consumo como fuente energética básica para su dieta y hábitos de consumo en la comida tradicional cubana (Rodríguez *et al.,* 2000). El empleo de la embriogénesis somática como método de propagación permite obtener mayor volumen de propágulos en un menor período de tiempo y a un costo más bajo. Todo esto trae consigo que su uso sea potencialmente más eficiente que la propagación por organogénesis (Tumuhimbise y Talengera, 2018): además de constituir una herramienta auxiliar para la mejora genética de este cultivo (Kumaravel *et al.,* 2019). En Cuba, Medero *et al.* (2010) al utilizar los explantes meristemos apicales y meristemos axilares de plantas in vitro lograron la regeneración de plantas en el cultivar 'INIVIT Y 93-4' con el mayor porcentaje para la formación de callos con los ápices de yemas apicales de plantas in vitro (100%); sin embargo los mayores porcentajes de formación de callos con estructuras embriogénicas (68.9) y estructuras embriogénicas de alta frecuencia (51.7) se lograron al utilizar los ápices de yemas axilares de plantas in vitro y un 63,6% de germinación de los embriones somáticos obtenidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante el período comprendido entre enero y octubre de 2025, en el laboratorio de Biotecnología del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado en el municipio de Santo Domingo, Villa Clara. Este centro se encuentra situado en los 22° 35' de latitud norte y los 80° 18' de longitud oeste, a 40 metros sobre el nivel del mar (msnm) y ocupa un área experimental de 166 hectáreas. Desde el punto de vista climático, se caracteriza por una temperatura media anual de 24,4°C, una humedad relativa del 80% y un valor medio anual de precipitaciones de 1374,9 mm.

Fase preparativa para la inducción de la embriogénesis somática

El experimento tuvo como objetivo preparar los explantes para la inducción de callos con estructuras embriogénicas. Se utilizó como material vegetal segmentos de una yema de plantas *in vitro*, del cultivar 'INIVIT Y 93-4'.

Tratamientos

1. Medio de cultivo constituido por: 1/3 de las sales MS suplementadas con tiamina (0,1 $mg.L^{-1}$) y mioinositol (100 $mg.L^{-1}$), sacarosa (20 $g.L^{-1}$), *Agar* (6,5 $g.L^{-1}$), pH 5,8 *Control*.
2. Medio de cultivo constituido por: 1/3 de las sales MS suplementadas con tiamina (0,1 $mg.L^{-1}$) y mioinositol (100 $mg.L^{-1}$), sacarosa (20 $g.L^{-1}$), VIUSID® Agro (1$ml.L^{-1}$) *Agar* (6,5 $g.L^{-1}$), pH 5,8

Formación de callos con estructuras embriogénicas (FCEE).

El experimento tuvo como objetivo determinar el mejor tipo de explante en la formación de callos con estructuras embriogénicas.

Se utilizó como material vegetal yemas axilares de plantas *in vitro*, del cultivar 'INIVIT Y 93- 4'.

Tratamientos

1. Yemas axilares
2. Yema axilares de plantas *in vitro* tratadas con VIUSID® Agro

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase preparativa para la inducción de la embriogénesis somática

Como se observa en la tabla 1, en el medio de cultivo de propagación *in vitro* con VIUSID® Agro casi todas las variables relacionados con el crecimiento y desarrollo del explante fueron superiores, la altura (6,5 cm), el número de hojas (3,2), número de raíces (4,3) y longitud de las raíces (6.4 cm), no siendo así para la variable número de entrenudos, que resultó mayor sin de Viusid Agro, lo que se justifica pues promueven la división celular , la elongación celular y la formación de brotes a (Pierik, 1997).

Tabla 1. Efecto del medio de cultivo en la preparación del explante.

Tratamiento	Altura (cm)	Número de hojas	Número de raíces	Longitud media de las raíces (cm)	Número de entrenudos
Medio de cultivo sin VIUSID® Agro	5.49 b	2.3 b	3.0 b	5.5 b	5.97 a
Medio de cultivo con 1 $ml.L^{-1}$ de VIUSID® Agro	6.15 a	3.2 a	4.3 a	6.4 a	3.97 b
t	17,09	9,64	16,00	22,13	37,50

En el medio de cultivo que contenía 1 $ml.L^{-1}$ de VIUSID® Agro se aprecia alargamiento de los entrenudos, estimulación del crecimiento y un ligero engrosamiento de las yemas axilares (Figura 1). Se obtuvo la respuesta esperada pues el objetivo es provocar engrosamiento de las yemas que induzcan la formación de callos friables con estructuras embriogénicas.



Figura 1. Efecto del VIUSID® Agro en el desarrollo de la planta *in vitro* A. Medio de cultivo sin VIUSID® Agro y B. Medio de cultivo con 1 ml.L^{-1} de VIUSID® Agro y C. Ligero engrosamiento de las yemas axilares.

Formación de callos con estructuras embriogénicas (FCEE).

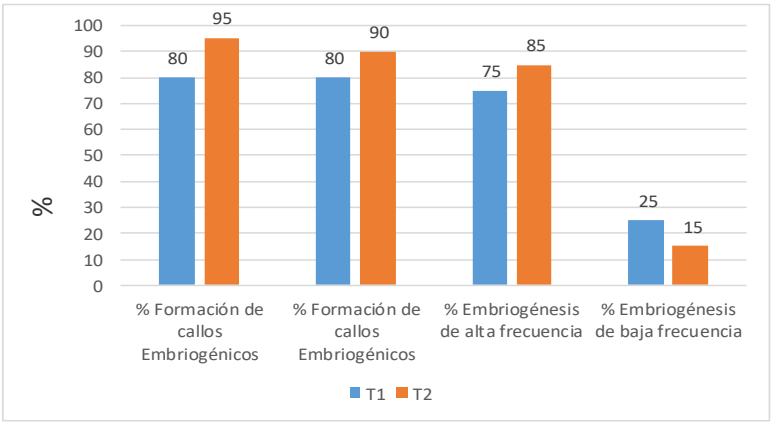


Figura 2. Formación de callos a partir de (T1) yemas de plantas *in vitro* no tratadas (T2) yemas axilares provenientes de plantas in vitro tratadas con VIUSID® Agro yemas de plantas in vitro no tratadas.

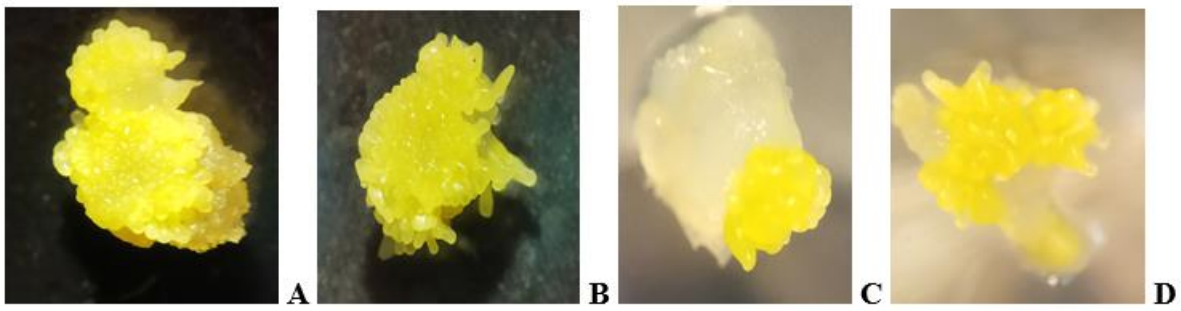


Figura 3. Callos embriogénicos: A y B procedentes de yemas axilares provenientes de plantas *in vitro* tratadas con Viusid . C y D. procedentes de yemas de plantas *in vitro* sin tratar.

CONCLUSIONES

El VIUSID® Agro demostró ser efectivo para mejorar el crecimiento de las plantas en cultivo *in vitro*, logrando plántulas más altas, con más hojas y raíces más largas y numerosas.

El uso del VIUSID® Agro a la concentración de 1 $ml.L^{-1}$ provocó un ligero engrosamiento de las yemas axilares.

El uso del explante yemas axilares provenientes del medio de cultivo con 1 $ml.L^{-1}$ de VIUSID® Agro favoreció la obtención de callos con estructuras embriogénicas.

BIBLIOGRAFÍA

Ceballos, H., y Cruz, G. 2002. Taxonomía y Morfología de la yuca. En: Ospina, B; Ceballos, H. La yuca en el Tercer Milenio. Sistema Moderno de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT. Colombia. Vol. 327. pp. 17- 34.

Kumaravel, M., Uma, S., Backiyarani, S. & Saraswathi, M. 2019. Molecular analysis of somatic embryogenesis through proteomic approach and optimization of protocol in recalcitrant Musa spp. Physiologia Plantarum 167, pp. 282-301.

Medero, V., Rayas, A., Rodríguez, S., López, J., Cabrera, M., Basail, M., Rodríguez. G, Martínez, M., Torres, M., Arce, D., Bravo & Pons, C. 2010. Metodología para la regeneración de plantas por embriogénesis somática del clon de yuca 'INIVIT Y 93-4'. Memorias del Congreso Internacional del INCA, https://ediciones.inca.edu.cu/files/congresos/2010/CDMemorias/memorias/ponencias/talleres/BTV/ra/BTV-O.07.pdf

Ojola, O.P., Nyaboga E.N., Njiru P.N. & Orinda, G. 2018. La sobreexpresión del gen de la proteína similar a la taumatina del arroz (Ostlp) en la yuca transgénica da como resultado una mayor tolerancia a *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp *manihotis*. *Journal of Genetic Engeniery and Biotechnology* 18, pp. 125–131. https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2017.12.002

Ospina, B. 2000. Los caminos mundiales de la yuca se están cruzando. Continente yuquero; Informativo del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA. Colombia. No. 2. Agosto, p. 6-7.

Pierik, R. 1997. *In vitro* culture of higher plants. Springer science & business media. 348 p

Rodríguez, S., Folgueras, M., Medero, V. & García, M. 2000. La yuca en Cuba. En: Informe Anual del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca (CLAYUCA). Abril/1999-Julio/2000, Colombia. p. 33-34.

Tumuhimbise, R. & Talengera, D. 2018. Improved Propagation Techniques to Enhance the Productivity of Banana (Musa spp.). *Open Agriculture*, 3 pp. 138-145.

COMPETENCIA INTER-ESPECÍFICA ENTRE MEGALUROTHRIPS USITATUS (BAGNAL) Y EL COMPLEJO DE TISANÓPTEROS PRESENTES EN FRIJOL (PHASEOLUS VULGARIS L.) EN MAYABEQUE

INTERSPECIFIC COMPETITION BETWEEN MEGALUROTHRIPS USITATUS (BAGNALL) AND THE THRIPS COMPLEX PRESENT IN BEANS (PHASEOLUS VULGARIS L.) IN MAYABEQUE

Lizandra Guerra Arzuaga*, Ileana Miranda Cabrera, Moraima Suris Campos

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

**Autor para correspondencia: lizandraguerrarzuaga@gmail.com.*

RESUMEN

Con el objetivo de definir la posible competencia inter-específica de *Megalurothrips usitatus* Bagnall frente al complejo de tisanópteros presentes en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), se realizaron muestreos semanales en una entidad productiva de la provincia Mayabeque. El estudio se llevó a cabo en un área de 0.5 ha^{-1} sembrada con el cultivar 'Cult 156', ubicada en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Las muestras de trips se recolectaron y depositaron en frascos de plástico debidamente etiquetados con alcohol al 70 % y se trasladaron al Centro Nacional de Sanidad Agropecuarioa (CENSA). Posteriormente, se procedió a la preparación y el montaje de los mismos para su identificación. Se aplicó el modelo de Lotka-Volterra para el análisis de competencia inter-específica. Como resultado se identificó la especie *M. usitatus* en el 88% de las muestras analizadas. El análisis exhibió que ésta alcanzó muy rápidamente un crecimiento de la población hasta obtener un valor de equilibrio, al mismo tiempo que las otras especies de trips (*Thrips palmi* Karny + *Frankliniella sp*.) se vieron desplazadas en su crecimiento a una densidad menor. La especie *M. usitatus* mostró competencia inter-específica, con mayor densidad poblacional y frecuencia de aparición que las otras. Los resultados demuestran que la introducción de *M. usitatus* en la entomofauna del cultivo del frijol en Cuba ha producido un desplazamiento competitivo en las otras especies de tisanópteros asociadas a este cultivo habitualmente.

Palabras clave: Trips, densidad de poblaciones, modelo de competencia.

ABSTRACT

To determine the potential interspecific competition of *Megalurothrips usitatus* Bagnall against the thrips complex present in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), weekly sampling was conducted at a production facility in Mayabeque province. The study was carried out in a 0.5 ha^{-1} area planted with the cultivar 'Cult 156', located at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA). Thrips samples were collected and placed in properly labeled plastic jars containing 70% alcohol and transported to the National Center for Agricultural Health (CENSA).

Subsequently, the samples were prepared and mounted for identification. The Lotka-Volterra model was applied for the interspecific competition analysis. As a result, the species *M. usitatus* was identified in 88% of the analyzed samples. The analysis showed that this species rapidly achieved population growth until reaching an equilibrium value, while the other thrips species (*Thrips palmi* Karny and *Frankliniella sp.*) were displaced to a lower population density. The species *M. usitatus* exhibited interspecific competition, with a higher population density and frequency of occurrence than the others. The results demonstrate that the introduction of *M. usitatus* into the entomofauna of the bean crop in Cuba has produced a competitive displacement in the other species of thrips usually associated with this crop.

Key words: Trips, population density, competition model.

INTRODUCCIÓN

Los trips (Thysanoptera: Tripidae) son pequeños insectos capaces de producir manchas y deformaciones en hojas y vainas. Algunas de estas especies pueden llegar a transmitir virus a las plantas. Cuando se producen intensos ataques provocan aborto de las flores y desarrollo anormal de los frutos (1).

En Cuba, a inicios del 2020, se identificó la especie *Megalurothrips usitatus* Bagnall en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (2) y se cuantificaron daños de gran magnitud en hojas, flores y vainas (3). Posterior a su ingreso, se evidenció una disminución considerable de los rendimientos del cultivo (4); lo que pudiera estar relacionado con la presencia de esta plaga, entre otros aspectos.

La introducción de una especie puede desplazar la fauna nativa, afectando a especies de otros niveles tróficos o a otras que se favorecen de los mismos recursos. Esto puede llevar a la exclusión de especies menos competitivas, reduciendo la biodiversidad, al favorecer a las especies más eficientes en el uso de los recursos. Estas características hacen que la introducción de una nueva especie pudiera alterar la estructura de una comunidad (5). Debido a lo reciente de la presencia de *M. usitatus* en nuestro país, se conoce poco de la posible competencia que esta especie pueda presentar en relación con el complejo de tisanopteros que ya se encuentran establecidos en el cultivo.

Objetivo: Definir la posible competencia inter-específica de *M. usitatus* frente al complejo de tisanopteros presentes en frijol en una entidad productiva de la provincia Mayabeque, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un área de 0,5 ha de frijol cultivar ‘Cult 156’, en un campo del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) (23°00’06.5” N, 82°08’29.4” W), San José de las Lajas, Mayabeque, durante el periodo comprendido de octubre a diciembre de 2022. Los muestreos comenzaron a partir de los 15 días de la siembra, con una frecuencia semanal. Se observaron 15 plantas por cada diagonal en el área, analizando hojas y flores. Los adultos de trips se recolectaron con un exahúster y se depositaron en frascos plásticos debidamente etiquetados con

alcohol al 70 % y trasladaron al laboratorio de Entomología- Acarología del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) (22°59'20,9''N; 82°09'10,2''W), Mayabeque, Cuba.

Bajo un estereoscopio Nsz-606® a 400x aumentos, se contabilizaron los adultos de trips recolectados y se separaron por morfoespecies. Posteriormente, se procedió a la preparación y el montaje de los mismos para su identificación, según la técnica descrita por Mound y Kibby (6). Para la identificación de las especies, se separaron por géneros, utilizando la clave descrita (6) y además, se compararon los caracteres informados para la especie *M. usitatus* (7).

Los datos obtenidos se contabilizaron y organizaron en una base de datos en Microsoft Excel 2016. Luego se realizó un análisis de competencia inter-específica de *M. usitatus* frente a la población que resulta de sumar las densidades del resto de las especies. Se aplicó el modelo de Lotka-Volterra (8). Los valores de K y r se determinaron mediante un modelo logístico $Y = \frac{K}{1+be^{-rt}}$, que se estima según regresión no lineal previa al planteamiento del modelo Lotka-Volterra. La regresión se realizó en el paquete estadístico InfoStat versión 2016 (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó la especie *M. usitatus* en el 88 % de las muestras analizadas. Esta elevada proporción de *M. usitatus* en el cultivo refleja su comportamiento como plaga emergente (10), lo que coincide con informes en otros sistemas de leguminosas. La capacidad de carga o máxima densidad de la población de *M. usitatus* (K1) es mayor que la del conjunto de las otras especies de trips (K2) (tabla 1). Esto significa que *M. usitatus* alcanza la posición de equilibrio con mayor densidad. La especie que tiene mayor capacidad de carga (K) puede ejercer un desplazamiento competitivo sobre otras, según planteó Sharov (10).

En este caso, se evidencia la superioridad de *M. usitatus*, resultado contrario se produce en el conjunto de las otras especies de trips (*Thrips. palmi* Karny + *Frankliniella sp.).* De acuerdo con Sharov (8), una mayor capacidad de carga significa que *M. usitatus* puede soportar un mayor hacinamiento que las otras especies, debido a una mejor explotación de los recursos y un mayor potencial de reproducción. Esto sumado a la preferencia del insecto por el consumo y oviposición en las flores, trae consigo el incremento de la afectación de las mismas, el aborto y pérdidas importantes en las producciones (10).

Tabla 1. Valores de la densidad de la población en equilibrio

M. usitatus			**Otros tisanópteros**		
K1	W1	rd1	K2	W2	rd2
98	0,5	2,17	6,46	0,5	0,87

(K), coeficientes de competencia (w) y las tasas de crecimiento instantáneo de la población (rd) de *M. usitatus* (N1) y del conjunto de otras especies de tisanópteros (N2) / Values of the equilibrium population density (K), competition coefficients (w) and the instantaneous population growth rates (rd) of *M. usitatus* (N1) and of all other thrips species (N2).

Las tasas netas de crecimiento instantáneo de las dos poblaciones, en estas condiciones, evidenciaron la tendencia al crecimiento superior de *M. usitatus* y un crecimiento en menor medida de las otras especies de tisanópteros (11). Los resultados demuestran que la introducción de M. usutatus en la entomofauna del cultivo del frijol en el área evaluada produjo un desplazamiento competitivo en las otras especies de tisanópteros asociados a este cultivo habitualmente.

Se evidenció que existe mayor competencia por explotación de *M. usitatus* de los recursos alimenticios (cultivo) que del conjunto de trips (Figura 1). Las isoclinas representan la competencia de *M. usitatus* (N1) frente al conjunto de trips (N2). La isoclina de este último grupo (N2) queda por debajo del efecto de competencia del primero, indicando que el efecto inter-específico del trips asiático de la flor del frijol es mayor que la competencia del conjunto de trips asociados comúnmente al cultivo.

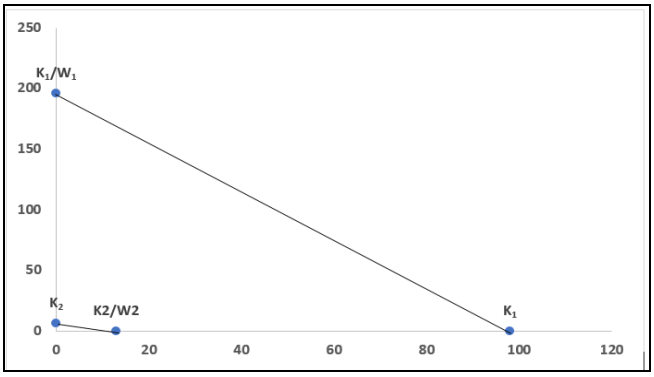


Figura 1. Isoclinas que representan los efectos de la competencia inter-específica de *M. usitatus* con otras especies de trips en un área de frijol 'Cult 156' en Mayabeque, Cuba, entre octubre y diciembre de 2022 / Isoclines representing the effects of interspecific competition of *M. usitatus* with other thrips species in a bean field 'Cult 156' in Mayabeque, Cuba, between october and december 2022.

La inclinación de las isoclinas calculadas es la medida del efecto de la competencia inter-específica ejercida por el mejor competidor. Aquella especie que tenga la menor inclinación es competitivamente inferior y, por tanto, desplazada. La especie competitivamente superior es aquella que produce mayor cantidad de descendientes hembras, la cual sobrevive para reproducirse más rápido por unidad de tiempo (11).

Estos resultados indican que *M. usitatus* ejerció la mayor competencia interespecífica dentro del complejo de trips en el cultivo de frijol en el área de estudio. Este resultado es notable si se considera que, a nivel biológico, especies como *T. palmi* poseen un potencial reproductivo intrínseco igual o mayor, con una fecundidad que puede alcanzar entre 50 y 200 huevos por hembra (12), en comparación con los valores reportados para *M. usitatus* entre 60 y 100 huevos (13).

La superioridad competitiva observada en *M. usitatus* pudiera deberse entonces a una mejor adaptación al cultivo de frijol, pues sincroniza su máximo poblacional con la etapa reproductiva crítica del cultivo (floración y formación de vainas), su nicho preferido (13). Además, posee la capacidad de reproducirse tanto sexual como asexualmente (partenogénesis), asegurando una rápida colonización y crecimiento poblacional incluso a partir de bajas densidades iniciales. También evidencia una mayor eficiencia en la explotación del recurso floral (13).

El desempeño de las poblaciones de trips se graficó a través del modelo de tendencia del crecimiento Lotka- Volterra de competencia inter-específica. Se observó que *M. usitatus* alcanzó muy rápidamente un crecimiento de la población hasta alcanzar su capacidad de carga (K), al mismo tiempo que las otras especies de trips se mantuvieron en densidades notablemente más bajas (figura 2).

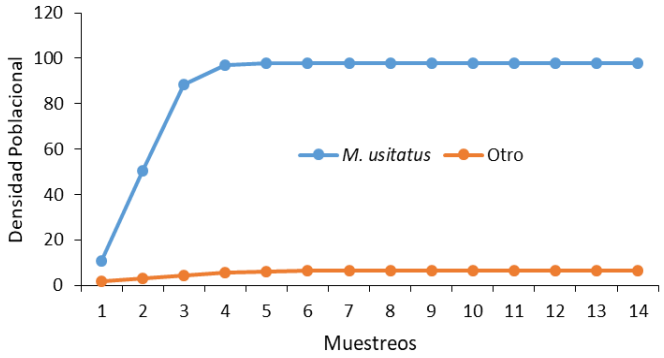


Figura 2. Comportamiento de las poblaciones de *M. usitatus* y otras especies de trips, según modelo de competencia inter-específica de Lotka-Volterra / Behavior of *M. usitatus* and other thrips species populations, according to the Lotka-Volterra interspecific competition model.

Este patrón, donde una especie alcanza su máximo equilibrio limitando el crecimiento de sus competidoras, es un claro indicio de competencia denso-dependiente (14). Esto refuerza la afirmación de la influencia marcada de la especie *M. usitatus* en la densidad poblacional de las otras especies de tisanónperos y su respondabilidad en los daños ocasionados al cultivo en los últimos años desde su introducción.

CONCLUSIONES

La especie *Megalurothrips usitatus* L. mostró competencia inter-específica, con mayor densidad poblacional y frecuencia de aparición, que las otras especies identificadas (*T. palmi* + *Frankliniella sp.*).

La introducción de *M. usutatus* en la entomofauna del cultivo del frijol en Cuba produjo un desplazamiento competitivo de los tisanópteros asociados a este cultivo.

BIBLIOGRAFÍA

Mouden S, Pallarés S, Márquez AL. Trips y su manejo en sistemas agrícolas intensivos: biología, daños y estrategias de control. Rev Invest Agropecu. 2023;49(1):45-62. doi:10.34048/ria.2023.v49.01.

Gutiérrez YU. Primer reporte para Cienfuegos de Megalurothrips usitatus Bagnall (Thysanoptera: Thripidae) en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Rev Cient Agroecosistemas. 2021;9(2):43-6.

Silva AIE, Morales CAM, Saez PR, Muñoz CG, Campos MS. Megalurothrips usitatus (Bagnall)(Thysanoptera: Thripidae), plaga emergente en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.); sus daños en Cuba. Rev Protección Veg. 2021;36(2).

Oficina Nacional de Estadísticas. Anuario Estadístico de Cuba 2022. La Habana: ONE; 2022. Disponible en: http://www.one.cu/.

Oscoz J, Miranda R, Anastácio PM, et al. Códigos de conducta. Prevención de la introducción y dispersión de flora y fauna exótica invasora: empresas de servicios y obras. España: Life Invasaqua; 2023.

Mound LA, Kibby G. Thysanoptera. An identification Guide. 2nd ed. Wallingford: CAB International; 1996.

Khan R, Seal D, Adhikari R. Bean Flower Thrips Megalurothrips usitatus (Bagnall) (Insecta: Thysanoptera: Thripidae): EENY-777/IN1352, 10/2021. EDIS. 2022;2022(1). doi:10.32473/edis-in1352-2021.

Sharov A. Quantitative population ecology [Internet]. 1996. Disponible en: https://www.agrsci.unibo.it/gv/materiale/POPECOL-SHAROV/inter.html [Consultado 13 marzo 2025].

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat. Versión 2016. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba; 2016.

Tang LD, Guo LH, Wu JH, Zang LS. Thrips in genus Megalurothrips (Thysanoptera: Thripidae): biodiversity, bioecology, and IPM. J Integr Pest Manag. 2023;14(1):8. doi:10.1093/jipm/pmad006.

Fernández M, Miranda I. Competencia de Diaphorina citri Kuwayama y Phyllocnistes citrella Stainton en el agroecosistema citrícola de La Isla de La Juventud, Cuba. Rev Protección Veg. 2007;22(1):18-24.

Murai T. Life history study of Thrips palmi (Thysanoptera: Thripidae). Jpn J Appl Entomol Zool. 2001;45(4):219–226. doi:10.1303/jjaez.2001.219.

Tang LD, Yan KL, Fu BL, Wu JH, Liu K, Lu YY. The Life Table Parameters of Megalurothrips usitatus (Thysanoptera: Thripidae) on Four Leguminous Crops. Fla Entomol. 2015;98(2):620-5. doi:10.1653/024.098.0235.

Keddie A, Lemos FJA. Intra-guild interactions and population regulation in herbivorous insect communities. Curr Opin Insect Sci. 2020;4:1-6. doi:10.1016/j.cois.2020.04.007.

MEJORAMIENTO DE LA GERMINACIÓN EN SEMILLAS ENVEJECIDAS DE LEUCAENA LEUCOCEPHALA L. MEDIANTE ESCARIFICACIÓN

IMPROVEMENT OF GERMINATION IN AGED SEEDS OF LEUCAENA LEUCOCEPHALA L. THROUGH SCARIFICATION

Pedro Luis Mayoz Vega*; Alis Vega Carricarte; Saray Sánchez Cárdenas; Ismaray Revuelta Oramas; Jorge Reyno Molina; Dayara Domínguez Ortega; Karen Hernández Pérez Corcho; Dayana Lascaiba Espinosa; Amado Miguel Hernández Mijangos

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

CUM Pelayo Villanueva Valverde, Cuba.

**Autor para correspondencia: pedroluismayozvega@gmail.com*

RESUMEN

Aunque la germinación de las semillas de leucaena y otras especies arbóreas depende en gran medida de las condiciones de almacenamiento, la latencia constituye un factor genético que influye significativamente en los patrones de germinación. En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de diferentes métodos de escarificación mecánica sobre la germinación en semillas envejecidas de Leucaena leucocephala L. La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey durante el mes de mayo de 2025. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Los tratamientos evaluados fueron: 1) control sin escarificación, 2) semillas escarificadas con agua caliente a 80°C durante 2 minutos, 3) semillas escarificadas mediante corte de cubierta y 4) combinación de agua caliente a 80°C durante 2 minutos más corte de cubierta. Se determinaron el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de germinación (85%) se obtuvo con la escarificación mecánica mediante corte de cubierta. Por otro lado, el mejor comportamiento en el índice de velocidad de germinación se logró con la combinación de agua caliente y corte de cubierta. Se concluye que las semillas envejecidas de Leucaena presentan una adecuada germinación cuando se emplea la escarificación mecánica por corte de cubierta, recomendándose esta técnica por su efectividad para incrementar la germinación incluso en semillas almacenadas durante varios años.

Palabras clave: germinación, índice, envejecida, tratamiento, latencia.

ABSTRACT

Although the germination of leucaena seeds and other tree species largely depends on storage conditions, dormancy is a genetic factor that significantly influences germination patterns. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of different mechanical scarification methods on the germination of aged seeds of Leucaena leucocephala L. The research was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Indio Hatuey Experimental Station of Pastures and Forages during May 2025. A completely randomized experimental design was used. The treatments were: 1) control without scarification, 2) seeds scarified with hot water at 80°C for 2 minutes, 3) seeds scarified by seed coat cutting, and 4) combination of hot water at 80°C for 2 minutes plus seed coat cutting. Germination percentage and germination speed index were determined. The results showed that the highest germination percentage (85%) was achieved with mechanical scarification by seed coat cutting. In contrast, the best performance in germination speed index was obtained with the combination of hot water and seed coat cutting. It is concluded that aged Leucaena seeds achieve satisfactory germination when mechanical scarification by seed coat cutting is applied. This technique is recommended due to its effectiveness in increasing germination, even in seeds stored for several years.

Keywords: germination, index, aged, treatment, dormancy.

INTRODUCCIÓN

Las especies arbóreas y arbustivas son recursos valiosos en la alimentación animal y fauna silvestre. Una de las especies más utilizadas es Leucaena leucocephala L. es una planta arbustiva originaria de México de donde se dispersó en forma natural hacía el sur, hasta colonizar la mayor parte de Centroamérica (Gonzales, 2018), se consume el follaje tierno como verdura, mientras que en otras partes el follaje es utilizado para alimentar animales, como mejorador del suelo o como cortinas rompevientos y tiene un uso como leña o madera para la construcción (Barrera-Fontanet *et al*., 2024).

Su uso como alimento en la nutrición animal es el aspecto más importante en la actualidad, debido a sus características forrajeras. Sus rendimientos, tanto en pastoreo, como bajo corte son altos y la calidad de su forraje, presentando valores en su contenido proteico alto. La leucaena es una especie altamente palatable para el ganado, pudiendo soportar las altas cargas, además de ser persistente y resistente a la sequía (Sánchez-Cárdenas *et al*., 2023).

Sin embargo, según Sánchez-Rendón *et al*. (2019), la especie tiene un crecimiento inicial lento; presenta algunas desventajas en el establecimiento debido a la latencia de las semillas causada por la presencia de una cutícula impermeable al agua y al oxígeno.

Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes métodos de escarificación mecánica sobre la germinación de semillas envejecidas de *Leucaena leucocephala* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), ubicada en Central España Republicana, municipio Perico, provincia Matanzas, durante el mes de mayo de 2025. Se utilizaron semillas de Leucaena leucocephala L. procedentes de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), cosechadas en el año 2023 y almacenadas en condiciones ambientales. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. Control sin escarificación.
2. Semillas escarificadas con agua caliente a 80 °C durante 2 minutos.
3. Semillas escarificadas mediante corte de cubierta.
4. Semillas escarificadas con agua caliente a 80 °C durante 2 minutos más corte de cubierta.

Para el tratamiento con agua caliente se utilizó una placa calefactora y un termómetro para el control de la temperatura, mientras que para el corte de cubierta se empleó un bisturí.

Test de germinación

El test de germinación se realizó siguiendo la metodología de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA). Se empleó la técnica sobre papel, que consiste en colocar dos papeles de filtro en cada gerbox y humedecerlo con 10 mL de agua destilada.

Se utilizaron cuatro réplicas de 25 semillas por tratamiento, para un total de 100 semillas por tratamiento. Los gerbox fueron colocados sobre la meseta del laboratorio a temperatura ambiente (TPA).

Se realizó el conteo diario de semillas germinadas, no germinadas y podridas. Se consideró como semilla germinada aquella que emitió la radícula.

A partir de estos datos se determinó el porcentaje de germinación mediante la fórmula:

%germinación= (semillas germinadas/total de semillas) x 100 y la velocidad de germinación mediante la fórmula: IVG=Σ(ni/ti) donde IVG-índice de velocidad de germinación, ni-número de semillas germinadas y ti-tiempo necesario para alcanzar el mayor porcentaje de germinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa que existieron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. La *Leucaena leucocephala* L. mostró un incremento en el porcentaje de germinación al ser sometida a escarificación mecánica mediante corte de cubierta, alcanzando un 85 %, valor que no difiere significativamente del tratamiento combinado (agua caliente a 80 °C durante 2 minutos más corte de cubierta), pero sí del control y de escarificación con agua caliente a 80°C por 2 min, los cuales presentaron 12 % y 21 % de germinación, respectivamente.

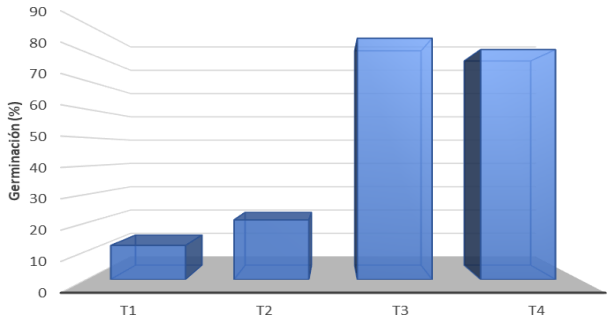


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en función de los diferentes métodos de escarificación.

González *et al*. (2009) recomiendan la aplicación de escarificación térmica con agua caliente a 80°C durante 2 minutos, al obtener resultados satisfactorios en semillas de Leucaena spp., debido a que este tratamiento provoca una disminución de la dureza de la cubierta seminal. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio no coinciden con dichos autores, ya que la eliminación de la latencia física mediante el corte de cubierta permitió una mayor absorción de agua, garantizando así su germinación.

Las semillas de esta especie presentan una cubierta compuesta por polisacáridos galactosa y manosa (Gutiérrez *et al*., 2007), la cual actúa como barrera para el paso de agua y oxígeno, reduciendo el vigor germinativo y favoreciendo porcentajes de germinación inferiores al 20 %

(Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006). Esto explica el bajo comportamiento observado en los tratamientos sin escarificación efectiva.

Un comportamiento similar se evidenció en la figura 2 con respecto al índice de velocidad de germinación. El tratamiento combinado (agua caliente a 80 °C durante 2 minutos más corte de cubierta) alcanzó los valores más altos, seguido del tratamiento con corte de cubierta, ambos con diferencias significativas respecto al tratamiento con agua caliente y al control.

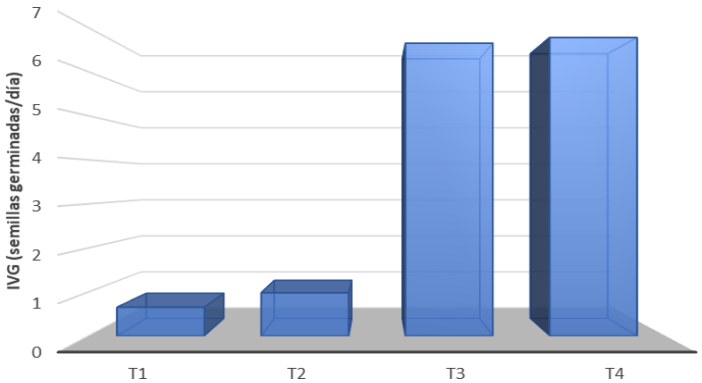


Figura 2. Índice de velocidad de germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* L. en función de los diferentes métodos de escarificación.

Aunque la germinación de las semillas de Leucaena y otras especies arbóreas depende en gran medida de las condiciones de almacenamiento, la latencia constituye un factor genético determinante en los patrones de germinación, tal como se evidencia en los resultados obtenidos.

La calidad de las semillas de *Leucaena leucocephala* constituye un elemento clave para garantizar el establecimiento de futuras siembras en sistemas ganaderos de Cuba. De ello depende, en gran medida, la utilización eficiente de esta importante fuente de proteína vegetal en la alimentación animal, así como su propagación en diferentes regiones del país.

CONCLUSIONES

De manera general las semillas envejecidas de *Leucaena leucocephala* L. mostraron un 85% de germinación, motivado por la escarificación mecánica con corte de cubierta. Por lo que se recomienda esta técnica ya que la cual asegura incrementos de la germinación aun cuando las semillas estén varios años almacenadas.

BIBLIOGRAFÍA

Barrera-Fontanet, Marta; Martínez-Ramírez, Rigoberto; Zuaznábar-Zuaznábar, Rafael & Rodríguez-Tassé, Dailín. 2024. Distribución temporal de leucaena leucocephala (Lam) de Wit en los cañaverales de Cuba. Revista Ingeniera Agrícola 14 (1), 1-6.

Gonzáles, Yolanda, Reino, J, & Machado, R. 2009. Dormancia y tratamientos pregerminativos en semillas de Leucaena spp. Cosechadas en suelos ácidos. Pastos y Forrajes, 32(4), 1.

González, K. Leucaena (Leucaena leucocephala). 2018. Árbol Forrajero. Zootecnia y veterinaria es mi pasión.

Sánchez-Cárdenas, Saray; Vázquez-Martínez, Joisel Lázaro; Domínguez-Ortega, Dayara; Revuelta-Oramas, Ismaray; Wencomo-Cárdenas, Hilda Beatriz; Hernández-Mijangos, Amado Miguel & Lascaiba-Espinosa, Dayana. 2023. Efecto de la inoculación de semillas de Leucaena leucocephala (Lam) de Witt cv. Cunningham con IHPLUS® BF en etapas de vivero. Pastos y Forrajes, Vol. 46,5.

Sánchez-Rendón, J.A; Pernús-Alvarez, Mayté: Torres-Arias, Y.; Barrios, D. & Dupuig-González, Yilian. 2019. Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implementaciones para la restauración ecológica. Acta Botánica Cubana. 218 (2). 77-108.

IDENTIFICACIÓN DE UN POTENCIAL INHIBIDOR A PARTIR DE UN EXTRACTO VEGETAL PARA LA CRUZIPAÍNA

IDENTIFICATION OF A POTENTIAL INHIBITOR FROM A PLANT EXTRACT FOR CRUZIPAINE

Emely Rodríguez Hernández*, Adrian González Travieso,
Dany Naranjo Feliciano, María del Carmen Travieso Novelles

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

**Autor para correspondencia emilianarh0304@gmail.com*

RESUMEN

La enfermedad de Chagas causada por el *Trypanosoma cruzi*, carece de tratamientos seguros y eficaces, necesitado principalmente por poblaciones vulnerables de América Latina. La curzipanína, cisteína proteasa esencial en el ciclo biológico del parásito, constituye un blanco terapéutico validado. En este estudio se predijo *in silico* el comportamiento de siete compuestos codificados (CC-E-007-001…CC-E-007-007), identificados en aceites esenciales de la planta CC-E-007, cuya identidad se mantiene reservada por solicitud de patente. La estructura 2D de dichos compuestos fueron modeladas en con ChemDraw, se convirtieron a 3D con OpenBabel y se optimizaron con Avogadro. Mediante acoplamiento molecular (SwissDock) y dinámica molecular (GROMACS 2023.3, 50 ns, 300 K, 1 bar), se evaluó su afinidad frente a la enzima. Se empleó como control positivo una energía de unión en el rango aproximado de -6.5 a -12 kcal/mol, y el compuesto cruzipaína-galinamida A. Los resultados mostraron que el compuesto CC-E-007-001, presentó una energía de unión de -7.1 kcal/mol, un RMSD promedio de 0.21-$^{+}$ 0.04 nm, durante la simulación, formó interacciones claves con la tríada catalítica, puentes disulfuro con Cys25 y Met161, puente salino con Asp16 y enlace de hidrógeno con Asp 161. En contraste, CC-E-007-02 resultó inestable con un RMSD bajo de 0.35 nm tras los 10 ns de simulación, perdiendo el contacto con el sitio activo. Por otra parte, CC-E-007-01 se predice como un inhibidor potencial de la cruzipaína, lo q refuerza el valor de los aceites esenciales de origen vegetal como fuentes promisorias de nuevos prototipos de fármacos, para el tratamiento de Chagas.

Palabras clave: Chagas, cruzipaina, extracto vegetal, acoplamiento molecular, dinámica molecular.

ABSTRACT

Chagas disease represents an neglected public health problem, especially in regions of Latin America, where millions of people are infected with the parasite Trypanosoma cruzi. Current treatments have significant limitations due to their adverse effects, underscoring the need for new therapeutic alternatives. This research aimed to predict in silico a potential inhibitor of cruzipain, an essential cysteine protease in the biological cycle of the parasite, from

compounds identified in the essential oil of a plant extract of reserved origin. These compounds were manually modeled using ChemDraw, structurally optimized, and analyzed through molecular docking with the SwissDock tool. The most promising complexes were examined with Discovery Studio and subjected to molecular dynamics simulations with GROMACS. The results demonstrated that the compound ERH01 showed a binding free energy close to that of the control, with an acceptable RMSD variation and the formation of key interactions with the catalytic triad of cruzipain, which was confirmed by its stable behavior during 50 nanoseconds of simulation. In contrast, ERH02, although initially promising, did not maintain stability at the catalytic site. In conclusion, ERH01 profiles as a potential inhibitor of cruzipain, contributing to the discovery of drugs based on green medicine and highlighting the utility of structural bioinformatics in developing safer and more accessible treatments for Chagas disease.

Key words: Chagas, cruzipain, plant extract, molecular docking, molecular dynamics.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas es una antropozoonosis causada por el protozoario *Trypanosoma cruzi*, identificada a principios del siglo XX. Actualmente, una sexta parte de la población mundial sufre al menos una de las enfermedades desatendidas u olvidadas, que afectan principalmente a poblaciones en condiciones de pobreza y con problemas de acceso a los servicios de salud (Cabezas-Sánchez, 2014; Espinoza, 2023). Estas enfermedades no han sido de gran interés para la industria farmacéutica debido a que afectan mayoritariamente a comunidades marginales.

Los tratamientos actuales, benznidazol y nifurtimox, han sido los únicos fármacos aprobados a nivel mundial durante más de 50 años para el tratamiento de la enfermedad de Chagas en sus fases aguda y crónica (Dauwd *et al.*, 2025).

Sin embargo, presentan graves limitaciones debido a sus efectos adversos. El benznidazol puede causar dermatitis, fotosensibilidad y neuropatía periférica en hasta el 30% de los pacientes, mientras que el nifurtimox causa toxicidad neurológica en hasta el 50% de los pacientes, incluyendo irritabilidad, insomnio, desorientación y cambios de humor (Dauwd *et al.*, 2025, Roca Saumell *et al.*, 2015). Estos efectos adversos conllevan a la suspensión del tratamiento en muchos casos.

La cruzipaína es una cisteína proteasa presente en todas las etapas del ciclo de vida de *T. cruzi*. Fue identificada originalmente por Itow y Camargo en 1977, y su caracterización fisicoquímica reveló una alta similitud estructural y funcional con las proteasas de la familia de las papaínas (Velho-Ro 2019). Esta enzima participa en procesos clave como la invasión celular, la diferenciación del parásito (metaciclogénesis), la digestión lisosomal de proteínas y la evasión del sistema inmunológico mediante la degradación del fragmento Fc de las inmunoglobulinas (Losinno *et al.*, 2021). Su sitio catalítico contiene una tríada conformada por Cys25, His162 y Asn182, lo que la convierte en una diana terapéutica ampliamente validada (Sajid *et al.*, 2011, Cerny *et al.*, 2020). El desarrollo de inhibidores específicos contra la cruzipaína podría ofrecer una opción de tratamiento más segura y eficaz.

Objetivo: Identificar un potencial inhibidor de la cruzipaína a partir de compuestos presentes en un extracto vegetal, mediante técnicas de acoplamiento molecular y dinámica molecular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estructura de la proteína. Se utilizó la estructura cristalográfica de la cruzipaína en complejo con galinamida A (PDB ID: 7S19, resolución 2.08 Å), obtenida del Protein Data Bank (Burley et al. 2023). Se eliminaron moléculas de agua y ligandos no relevantes mediante PyMOL v2.5. Se identificaron y resaltaron los subsitios del sitio catalítico (S1, S2, S1') y la tríada catalítica (Cys25, His162, Asn182) (Velho-Ro, 2019).

Ligandos. Siete compuestos mayoritarios (CC-E-007-001 a CC-E-007-007) identificados en el aceite esencial de una planta endémica del CENSA (código reservado ERH-107) fueron modelados en ChemDraw 15.0. La caracterización química de los componentes fue realizada por el Departamento de Productos Naturales del CENSA mediante difracción de rayos X y espectrometría de masas. Las estructuras 2D se convirtieron a 3D con OpenBabel y se optimizaron en Avogadro v1.2.0 mediante el algoritmo Steepest Descent con el campo de fuerzas GAFF. Se añadieron protones a pH 7.4 y se calcularon cargas atómicas con el método semiempírico AM1-BCC mediante AmberTools.

Acoplamiento molecular. Se empleó el servidor SwissDock en modo *blind docking* para explorar toda la superficie de la proteína, sin restringir la búsqueda únicamente al sitio activo (Grosdidier *et al.*, 2011). Se generaron 10 clústeres por ligando y 1000 poses por ejecución. Se utilizó un modelo de solvente implícito (GBSA) con una constante dieléctrica de 78.5 para simular el entorno acuoso fisiológico. Los complejos con mayor afinidad se visualizaron en PyMOL y se analizaron las interacciones moleculares mediante Discovery Studio (Meng *et al.*, 2011).

Dinámica molecular. Las simulaciones de 50 ns se realizaron con GROMACS 2023.3 (Abraham *et al.*, 2015), utilizando el campo de fuerzas AMBER99SB-ILDN para la proteína y GAFF para los ligandos (parametrizados con AmberTools). El sistema se solvató con agua TIP3P en una caja cúbica con un margen de 1.2 nm (dimensiones finales $7.2 \times 6.8 \times 6.5$ nm³), se neutralizó con iones Na+/Cl- a una concentración fisiológica de 0.15 M y se equilibró en fases NVT (100 ps) y NPT (100 ps) a 310 K y 1 atm, utilizando el termostato V-rescale y el baróstato Parrinello-Rahman. La producción se ejecutó con un paso de integración de 2 fs, empleando el método PME para las interacciones electrostáticas con un cutoff de 1.0 nm. El análisis de trayectorias incluyó RMSD y RMSF, utilizando Grace y VMD (Humphrey *et al.*, 1996). Las simulaciones se ejecutaron en el Cluster Borromeo del Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del acoplamiento molecular se obtuvieron energías de unión para los siete ligandos, comparadas con el control cruzipaína-galinamida A (-7.34 kcal/mol) (Silva et al. 2021). El compuesto CC-E-007-001 mostró la mayor afinidad (-7.1 kcal/mol), seguido por CC-E-007-002 (-6.7 kcal/mol). Los compuestos CC-E-007-003 a CC-E-007-007 presentaron valores entre -5.6 y -6.2 kcal/mol, siendo inferiores al control, por lo que fueron descartados para simulaciones posteriores.

Tabla 1. Complejos cruzipaína-ligandos del acoplamiento molecular y sus valores de energía libre

Complejos	Valor de energía libre (kcal/mol)
Cruzipaína- CC-E-007-001	-7.1
Cruzipaína- CC-E-007-002	-6.7
Cruzipaína- CC-E-007-003	-6.1
Cruzipaína- CC-E-007-004	-6.1
Cruzipaína- CC-E-007-005	-6.7
Cruzipaína- CC-E-007-006	-5.6
Cruzipaína- CC-E-007-007	-6.2
Cruzipaína-galinamida-A (control)	-7.3

El análisis de interacciones con Discovery Studio reveló que CC-E-007-001 establece interacciones clave similares al control: puentes disulfuro con Cys25 y Met161, puente salino con Asp16 y enlace de hidrógeno con Asp161. Los puentes disulfuro son interacciones covalentes que confieren estabilización estructural, especificidad de unión y rigidez conformacional al complejo (Meng *et al.*, 2011). Los puentes salinos son fuerzas electrostáticas que contribuyen significativamente a la energía de unión, mejoran la afinidad entre moléculas y confieren especificidad molecular, orientando mejor el ligando al sitio activo de la proteína (Acosta *et al.*, 2023). En contraste, CC-E-007-002 mostró únicamente interacciones débiles (van der Waals) sin contacto efectivo con la tríada catalítica, lo que sugiere que no cumpliría su función como inhibidor.

Las simulaciones de dinámica molecular durante 50 ns confirmaron estos hallazgos. El complejo cruzipaína-CC-E-007-001 alcanzó un RMSD estable de 0.21 ± 0.04 nm después de los primeros 10 ns, comportamiento similar al control (0.20 ± 0.03 nm), lo que indica una unión estable en el sitio activo. La trayectoria visualizada en VMD mostró que el ligando permaneció anclado en el bolsillo catalítico durante toda la simulación, lo que respalda su potencial como inhibidor (Karplus y McCammon, 2002). Por el contrario, el complejo cruzipaína-CC-E-007-002 presentó fluctuaciones de RMSD superiores a 0.35 nm y, tras 15 ns, el ligando abandonó el sitio activo, lo que descarta su viabilidad como inhibidor.

El análisis de RMSF mostró que los residuos del sitio catalítico (Cys25, His162, Asn182) presentaron bajas fluctuaciones (<0.1 nm) en presencia de CC-E-007-001, similares al control, mientras que en el complejo con CC-E-007-002 se observaron aumentos significativos en la movilidad de estos residuos, especialmente en las regiones cercanas a los residuos 50 y 100, que alcanzaron valores aproximados de 3 a 5 Å.

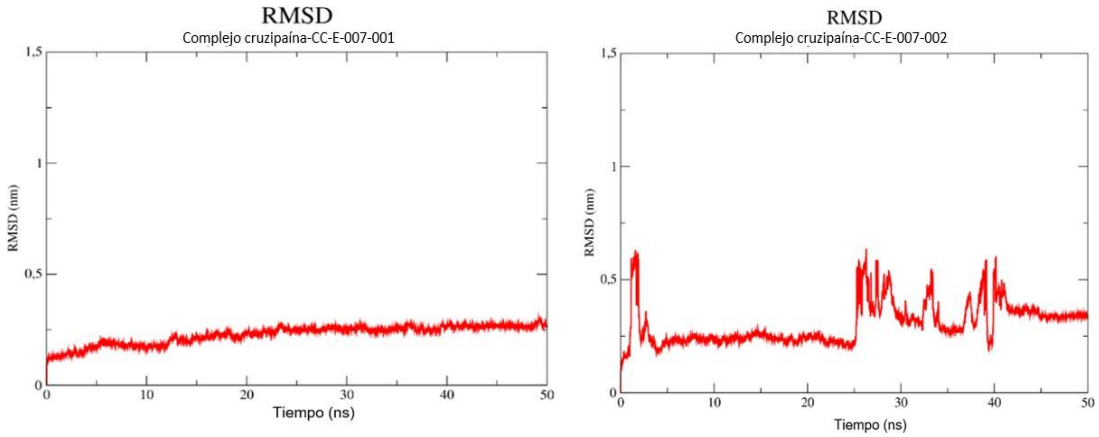


Figura 1. Evolución en el tiempo de los valores de RMSD de los complejos CC-E-007-001 y CC-E-007-002

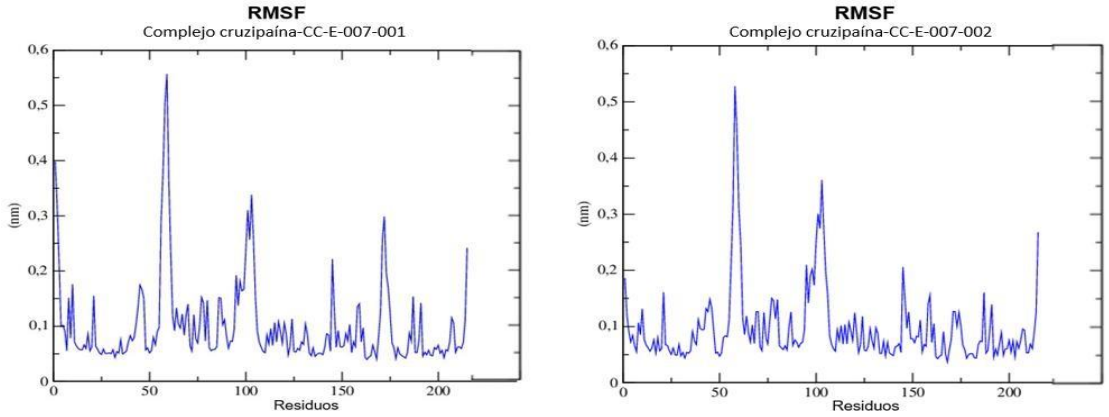


Figura 2. Desviación cuadrática media por residuo (RMSF) complejos CC-E-007-001 y CC-E-007-002

Estos resultados demuestran que el acoplamiento molecular, aunque útil para la selección inicial, no es suficiente para predecir la estabilidad funcional de un inhibidor. La dinámica molecular permitió discriminar entre un verdadero candidato (CC-E-007-001) y un falso positivo (CC-E-007-002), tal como se ha reportado en estudios previos (Abraham *et al.*, 2015, Grosdidier *et al.*, 2011). Los hallazgos de esta investigación se integran a los esfuerzos de la red internacional "Recursos naturales para el tratamiento de la enfermedad de Chagas 2023-2026".

CONCLUSIONES

El compuesto CC-E-007-001, identificado en el aceite esencial de una planta endémica del CENSA, mostró alta afinidad y estabilidad de unión al sitio catalítico de la cruzipaína, con interacciones clave que replican las del control galinamida A (puentes disulfuro con Cys25 y Met161, puente salino con Asp16 y enlace de hidrógeno con Asp161) y un comportamiento dinámico estable durante 50 ns de simulación (RMSD de 0.21 ± 0.04 nm), posicionándose como un inhibidor potencial de esta enzima. Por el contrario, el compuesto CC-E-007-002,

aunque mostró afinidad inicial en el acoplamiento molecular, no logró mantener estabilidad durante la dinámica molecular, perdiendo el contacto con el sitio activo y descartándose como candidato viable. La integración de acoplamiento molecular y dinámica molecular resultó fundamental para discriminar candidatos viables, demostrando que la bioinformática estructural aplicada a productos naturales constituye una estrategia eficaz y accesible para el descubrimiento de nuevos fármacos contra la enfermedad de Chagas.

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, M.J., Murtola, T., Schulz, R., Páll, S., Smith, J.C., Hess, B. & Lindahl, E. 2015. GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers. SoftwareX. 1-2:19-25. ISSN 2352-7110. DOI 10.1016/j.softx.2015.06.001.

Acosta, D.N., Sotomayor, W.L., Monterrosa, M.A. & Reyes, R.V. 2023. Análisis in-silico de las interacciones proteína-ligando de treinta cannabinoides análogos del receptor CBN II. Revista Ciencias Biomédicas. 12(4):183-191. ISSN 2389-7252. DOI 10.32997/rcb-2023-4654.

Burley, S.K., Bhikadiya, C., Bi, C., Bittrich, S., Chao, H., Chen, L., Craig, P.A., Crichlow, G.V., Dalenberg, K., Duarte, J.M., Dutta, S., Fayazi, M., Feng, Z., Flatt, J.W., Ganesan, S., Ghosh, S., Goodsell, D.S., Green, R.K., Guranovic, V., Henry, J., Hudson, B.P., Khokhriakov, I., Lawson, C.L., Liang, Y., Lowe, R., Peisach, E., Persikova, I., Piehl, D.W., Rose, Y., Sali, A., Segura, J., Sekharan, M., Shao, C., Vallat, B., Voigt, M., Webb, B., Westbrook, J.D., Whetstone, S., Young, J.Y., Zalevsky, A. & Zardecki, C. 2023. RCSB Protein Data Bank (RCSB.org): delivery of experimentally-determined PDB structures alongside one million computed structure models of proteins from artificial intelligence/machine learning. *Nucleic Acids Research*. 51(D1):D488-D508. ISSN 0305-1048. DOI 10.1093/nar/gkac1077.

Cabezas-Sánchez, C. 2014. Enfermedades infecciosas desatendidas: un permanente reto para la salud pública y la equidad en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 31(2). ISSN 1726-4642. DOI 10.17843/rpmesp.2014.312.54. Cerny, N., Bivona, A.E., Sanchez Alberti, A., Trinitario, S.N., Morales, C., Cardoso Landaburu, A., Cazorla, S.I. & Malchiodi, E.L. 2020. Cruzipain and Its Physiological Inhibitor, Chagasin, as a DNA-Based Therapeutic Vaccine Against Trypanosoma cruzi. Frontiers in Immunology. 11. ISSN 1664-3224. DOI 10.3389/fimmu.2020.565142.

Dauwd, R., Coelho, A.L.P., Farahani, C.H., Silva, F.D.S., Bóbbó, G.L., Santos, G.A.T. dos, Ramos, G.S. & Durski,

M.M. 2025. Tratamento Farmacológico para Doença de Chagas com Benzonidazol e Nifurtimox: Revisão de literatura. Asclepius International Journal of Scientific Health Science. 4(4):206-218. ISSN 2966-2249. DOI 10.70779/ajjshs.v4i4.93.

Espinoza, J. 2023. Enfermedades infecciosas desatendidas y olvidadas en Latinoamérica y su importancia para Chile. Boletín Micológico. 38(1). ISSN 0719-3114.

Grosdidier, A., Zoete, V. & Michielin, O. 2011. SwissDock, a protein-small molecule docking web service based on EADock DSS. Nucleic Acids Research. 39(suppl_2):W270-W277. ISSN 0305-1048. DOI 10.1093/nar/gkr366.

Humphrey, W., Dalke, A. & Schulten, K. 1996. VMD: Visual molecular dynamics. Journal of Molecular Graphics. 14(1):33-38. ISSN 0263-7855. DOI 10.1016/0263-7855(96)00018-5.

Karplus, M. & McCammon, J.A. 2002. Molecular dynamics simulations of biomolecules. Nature Structural Biology. 9(9):646-652. ISSN 1545-9985. DOI 10.1038/nsb0902-646.

Losinno, A.D., Martínez, S.J., Labriola, C.A., Carrillo, C. & Romano, P.S. 2021. Induction of autophagy increases the proteolytic activity of reservoirsomes during Trypanosoma cruzi metacyclogenesis. Autophagy. 17(2):439-456. ISSN 1554-8627. DOI 10.1080/15548627.2020.1720428.

Meng, X.-Y., Zhang, H.-X., Mezei, M. & Cui, M. 2011. Molecular docking: a powerful approach for structure-based drug discovery. Current Computer-Aided Drug Design. 7(2):146-157. ISSN 1875-6697. DOI 10.2174/157340911795677602.

Roca Saumell, C., Soriano Arandes, A., Solsona Díaz, L., Gascón Brustenga, J. & Grupo de consenso, en nombre del. 2015. Documento de consenso sobre el abordaje de la enfermedad de Chagas en atención primaria de salud de áreas no endémicas. Atencion Primaria. 47(5):308-317. ISSN 0212-6567. DOI 10.1016/j.aprim.2015.01.002.

Sajid, M., Robertson, S.A., Brinen, L.S. & McKerrow, J.H. 2011. Cruzain: the path from target validation to the clinic. Advances in Experimental Medicine and Biology. 712:100-115. ISSN 0065-2598. DOI 10.1007/978-1-4419-8414-2_7.

Silva, E.B.D., Sharma, V., Hernandez-Alvarez, L., Tang, A.H., Stoye, A., O'Donoghue, A.J., Gerwick, W.H., Payne, R.J., McKerrow, J.H. & Podust, L.M. 2021. Intramolecular interactions enhance the potency of gallinamide A analogs against Trypanosoma cruzi. bioRxiv. DOI 10.1101/2021.12.22.473926.

Velho-Ro, P. 2019. Cruzaina de Trypanosoma cruzi: prospeccão e identificação de inibidores com potencial atividade tripanocida. PhD Thesis. Universidad de la República, Uruguay.

INOCULACIÓN DE SEMILLAS CON EL IHPLUS® BF EN DIFERENTES VARIEDADES DE MORUS ALBA L. EN LA GERMINACIÓN

SeED INOCULATION WITH IHPLUS® BF IN DIFFERENT VARIETIES OF MORUS ALBA L. ON GERMINATION

Dayana Lascaiba Espinosa*, Saray Sánchez Cárdenas

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

**Autor para correspondencia: dayana.lascaiba@ihatuey.cu*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto pregerminativo del IHPLUS® BF en variedades de semillas de *Morus alba* L, para ello se efectuó un estudio en el laboratorio de semillas, de la EEPF *Indio Hatuey*, para estudiar la respuesta germinativa de las semillas de *Morus alba* L var. Yaesang 51, Fengchisang, Tangloxlunlo 109 y YU-62. El mismo se realizó en condiciones naturales y al ambiente con un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los tratamientos fueron conformados por semillas embebidas en IHPLUS® BF al 10 % durante 5 minutos, semillas embebidas en agua durante 5 minutos y semillas sin tratar. De manera general, se pone de manifiesto la efectividad del IHPLUS® BF, en la germinación de las plántulas. Este es un resultado muy interesante, dadas las grandes posibilidades que brinda para el establecimiento de esta planta. En las semillas de *Morus alba* L var. Yaesang 51, Fengchisang, Tangloxlun 109 y Yu-62, Este bioproducto es considerado un producto promisorio para la ganadería cubana.

Palabras Claves: germinación, bioproducto.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the pre-germinative effect of IHPLUS® BF on seed varieties of *Morus alba* L. To this end, a study was conducted in the seed laboratory of the EEPF Indio Hatuey to examine the germination response of *Morus alba* L. seeds of the varieties Yaesang 51, Fengchisang, Tangloxlunlo 109, and YU-62. The study was carried out under natural and ambient conditions using a completely randomized design with a factorial arrangement. The treatments consisted of seeds soaked in 10% IHPLUS® BF for 5 minutes, seeds soaked in water for 5 minutes, and untreated seeds. Overall, the effectiveness of IHPLUS® BF on seedling germination was demonstrated. This is a very interesting result, given the great potential it offers for the establishment of this plant. For seeds of *Morus alba* L. varieties Yaesang 51, Fengchisang, Tangloxlun 109, and YU-62, this bioproduct is considered a promising product for Cuban livestock farming.

Keywords: germination, bioproduct.

INTRODUCCIÓN

Numerosos autores señalan que es importante, utilizar métodos que permitan elevar la respuesta fisiológica de las plantas, que inicia, con el proceso de germinación de las semillas, y emergencia de las plántulas. (González-Valdivia *et al.*, 2020).

El empleo de microorganismos eficientes (ME) puede constituir una alternativa viable para ello. Esta tecnología se ha extendido y cada vez hay un mayor interés por estos bioproductos de bajos costos e impacto ambiental. Tradicionalmente se han utilizado para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (Días-Solares *et al.*, 2020; Sánchez *et al.*, 2022).

Objetivo: Determinar el efecto pregerminativo de la inoculación de las semillas con IHPLUS®BF de diferentes variedades de *Morus alba* L.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Semillas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, la cual se encuentra situada a los 22º 48´ y 7´ de latitud Norte y 79º 32´ y 2´ de longitud Oeste, a 19 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba.

Material vegetal utilizado: Semillas de *Morus alba* L var. Yaesang 51, Fengchisang, Tangloxlun 109 y Yu-62.

Tratamientos:

1. semillas embebidas en IHPLUS® BF al 10 % durante 5 minutos
2. semillas embebidas en agua durante 5 minutos
3. semillas sin tratar

Los datos fueron procesados mediante un ANOVA y las medias comparadas mediante la décima de Duncan para un 5 % de significación, después de verificarse que cumplirán con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza. El procesamiento de los datos se realizó con el paquete estadístico Infostat (Di Rienz *et al*., 2017).

Para lograr la respuesta germinativa en condiciones al ambiente en el laboratorio se utilizó un diseño completamente al azar. Se colocaron 25 semilla en cada gerbox, replicadas 4 veces en cada tratamiento, según las reglas de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 2017). Las semillas de *Morus alba L* de las variedades en estudio se colocaron en frascos de cristal que contenían 100 mL del bioproducto y también en agua. Se determinó diariamente el número de semillas germinadas, no germinadas y podridas, tomándose como criterio de semilla germinada aquella que presenta la emisión de la radícula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se puede observar el comportamiento de la germinación a la respuesta de la inoculación según tratamientos de manera general se puede observar que el tratamiento que mejor resultado dio fue el de las semillas embebidas en IHPLUS® BF al 10 % durante 5 minutos, alcanzando porcentajes por encima de 90 % de germinación.

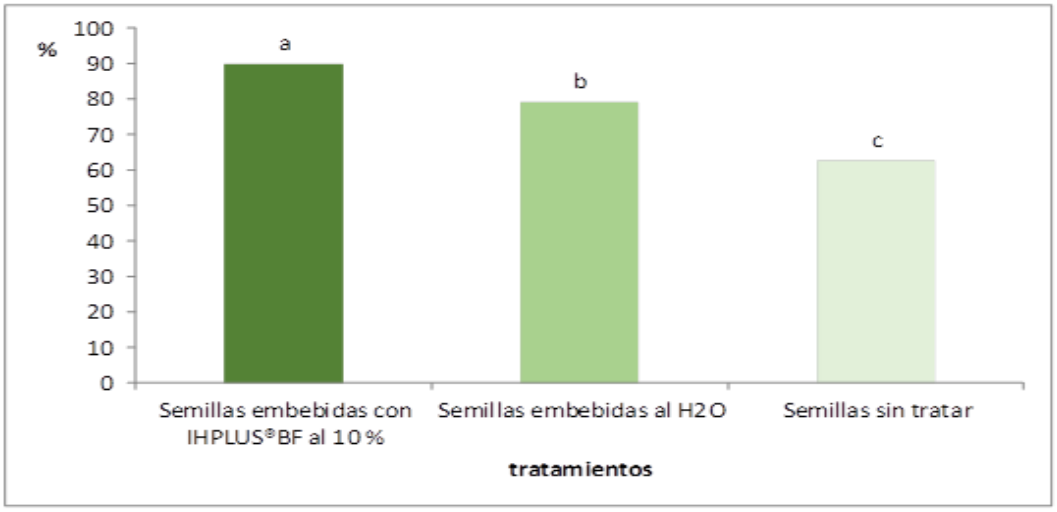


Figura 1. Comportamiento de la germinación a la respuesta de la inoculación según tratamiento a,b, c, Medias con letras distintas difieren significativamente (P≤0,05) (Duncan, 1955)

El incremento en el porcentaje de germinación observado en los tratamientos con IHPLUS® BF en comparación con los demas tratamientos, durante los primeros días del experimento, pudo estar relacionado con la entrada hacia las semillas de sustancias reguladoras del crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas presentes en el biofertilizante, mediante el proceso de imbibición. Estos compuestos estimulan procesos como la división y el alargamiento celular que permiten el crecimiento de las diferentes estructuras vegetales (Díaz Rodríguez *et al.*, 2020). También están en concordancia con los obtenidos por (Carrillo-Sosa *et al.*, 2017), quienes demostraron el efecto positivo de diferentes bioproducto obtenidos a base de microorganismos, al estimular el proceso de germinación de las semillas de diferentes especies de plantas de interés agropecuario.

Como se puede apreciar en la figura 2, se muestra el comportamiento de la germinación a la respuesta de la inoculación según variedad y tratamiento y es evidente la diferencias significativas del tratamiento con IHPLUS® BF al 10 % durante 5 minutos en relación con los demás en cada variedad estudiada de manera individual, elevando los porcentajes de germinación de semillas alcanzando en variedad Fenchisang y Yaesang 51 ,100% de germinación.

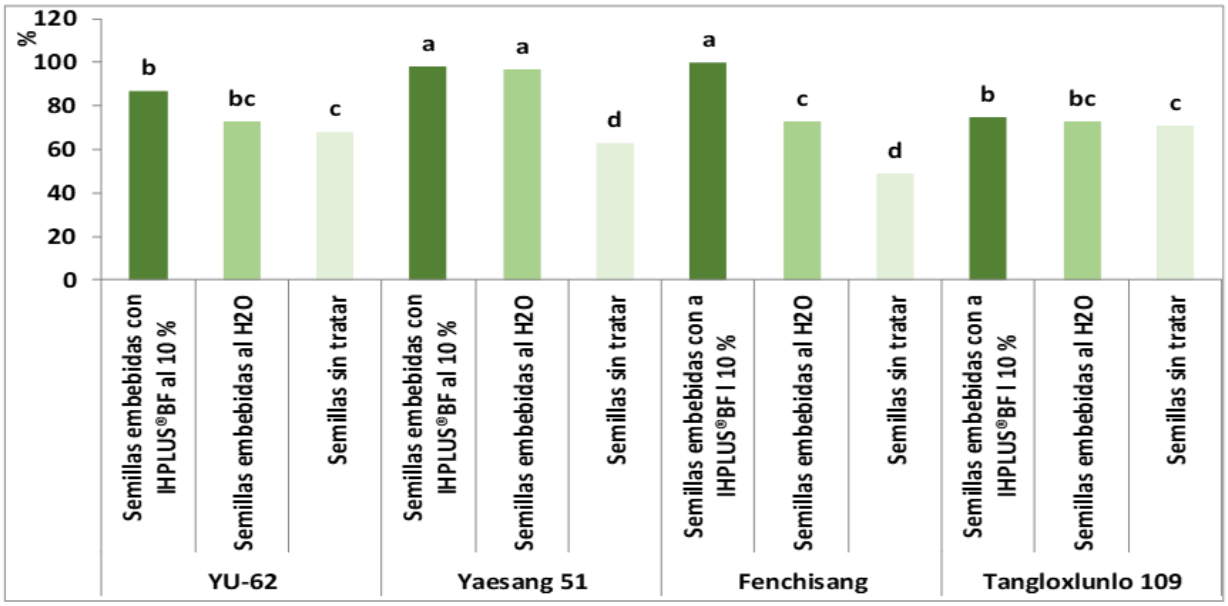


Figura 2. Comportamiento de la germinación a la respuesta de la inoculación según variedad y tratamiento a,b, c,d, Medias con letras distintas difieren significativamente (P≤0,05) (Duncan, 1955)

Existen diversos indicadores que nos permiten conocer con mayor detalle diferentes características del proceso de germinación en las semillas, entre estos tenemos: índice de velocidad de germinación (IVG), tiempo máximo para alcanzar la germinación (TMAX), tiempo promedio para alcanzar la germinación (TPG) y el coeficiente de uniformidad de la germinación (CUG) (Bewley y Black, 1985). Bécquer & Puentes (2024) argumentan que el índice de germinación total sirve para corroborar de forma global cómo se comporta la capacidad germinativa de las semillas en función del tiempo total de germinación. El concepto de índice de velocidad de la germinación es importante porque se relaciona con el vigor de las semillas, al considerar el número que germina y el tiempo que requiere para lograrlo. La germinación rápida es, obviamente, una ventaja para el establecimiento de las plántulas. La velocidad de germinación es, por lo tanto, expresión del vigor. Las semillas de alto vigor germinan más rápido que las de bajo vigor en cualquier condición. Como se puede observar en la tabla 1 los tratamientos con IHPLUS® BF al 10 % durante 5 minutos mostraron mejor respuesta en relación con el estudio de estos índices de calidad de semillas con respecto a los demás tratamientos, siendo Fenchisang la que mejor respuesta presento, mostrando el efecto positivo del bioproducto.

Tabla 1. Comportamiento de los índices de calidad de la semilla bajo condiciones no controladas

Variedades	Tratamiento	IG	VG	TPG	T MAXG
YU-62	Semillas embebidas con IHPLUS®BF al 10 %	13.05^{ab}	1.425^{a}	7	15
	Semillas embebidas al H2O	10.8^{b}	1.175^{a}	7	15
	Semillas sin tratar	10.05^{b}	1.1^{a}	7	15
Yaesang 51	Semillas embebidas con IHPLUS®BF al 10 %	15^{a}	1.625^{a}	7	15
	Semillas embebidas al H_2O	14.7^{a}	1.575^{a}	7	15
	Semillas sin tratar	14.55^{a}	1.6^{a}	7	15
Fenchisang	Semillas embebidas con IHPLUS®BF al 10 %	10.95^{b}	1.175^{a}	7	15
	Semillas embebidas al H_2O	10.35^{b}	1.125a	7	15
	Semillas sin tratar	7.2^{c}	0.75^{b}	7	15
Tangloxlunlo 109	Semillas embebidas con IHPLUS®BF al 10 %	10.6^{b}	1.2^{a}	7	15
	Semillas embebidas al H_2O	10.95^{b}	1.175^{a}	7	15
	Semillas sin tratar	10.65^{b}	1.15^{a}	7	15
	EE±	0.006	0,02	0,08	0,07

CONCLUSIONES

De manera general, se encontró una mejor respuesta en todas las variedades estudiadas a la inoculación de las semillas con IHPLUS® BF al 10 %, siendo Fenchisang, la que mejor respuesta presentó, lo que demuestra el efecto positivo de este bioproducto en el proceso de germinación.
La inoculación con el IHPLUS® BF, garantizaron una mayor calidad fisiológica en las semillas, específicamente, el porciento de germinación, Índice de germinación, índice de velocidad de germinación, tiempo máximo para alcanzar la germinación tiempo promedio para alcanzar la germinación, lo que reafirma el efecto de este bioproducto como bioestimulante en el proceso de germinación en comparación con las semillas sin tratar.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz-Solares, M., Martín, G.J., Miranda, T., Fonte, L., Lamela, L., Lenin, I. 2020. Obtención y utilización de microorganismos nativos: El bioproducto IHPLUS. *En: Conference Paper. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/339916260_Obtencion_y_utilizacion_de_microorganismos_nativos_el_bioproducto_IHPLUS_R.*

González-Valdivia, N.A., Dzib-Castillo, B.B., & Carballo-Hernández, J.I. 2020. Emergencia y crecimiento de plántulas de Piscidia piscipula (L.) Sarg. en condiciones de vivero. Acta Universitaria, 30, 1-9.

Sánchez, S., González, P.J., Ramírez, J.F., Fontes, D., Acosta, Y., Mazorra, Carlos. 2022. Mesa redonda: Utilización de diferentes alternativas agroecológicas para la producción de semillas de plantas de interés agropecuario. Memorias de la Convención Internacional Producción Animal y Agrodesarrolo AGROPAT 2022. ISBN 978-959-7171-86-7. 2022.

ISTA, 2017. International Seed Testing Association International rules for seed testing. Ed. ISTA. Bas-sersdorf, Switzerland.

Carrillo-Sosa, Y. Terry-Alfonso, Elein, Ruiz-Padrón, Josefa, Díaz-De Villegas, María E. y Grizel Delgado. 2017. Efecto del LEBAME en la germinación de semillas de tomate (Solanum lycopersicum L.). Cultrop 38 (3) La Habana jul.-set.

Díaz Rodriguez, A., Abreu Romero, Arleis, Urgellés Cardoza, Irliadis y Abreu Romero, Noryaisis. 2020.Producción artesanal y aplicación de microorganismos eficientes en el contexto agícola cubano. Centro de desarrollo de la Montaña. (CDM). Proyecto Redes para una Agricultura Resiliente, RedAR.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. 2017. Infostat [Software]. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. URL: http://www. infostat.com.ar.

Bewley, D. J. y M. Black. 1985. Seeds, physiology of development and germination. Plenum Press. New York, E.U.A. pp. 154-180.

INTERJOVEN

PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A BASE DE MICROORGANISMOS AUTÓCTONOS BENEFICIOSOS EN CUBA

PRODUCTION OF BIOINPUTS BASED ON BENEFICIAL INDIGENOUS MICROORGANISMS IN CUBA

Leidy Laura Pentón Arias[1], Ludovic Temple [2,3], Gertrudis Pentón Fernández[1], Paula Fernandes[4,5]

[1] *Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba*

[2] *CIRAD, UMR Innovation, France*

[3] *Innovation, Cirad, France*

[4] *HORTSYS, Cirad, France*

[5] *CIRAD UPR HORTSYS, Ambassade de France à Cuba, Cuba*

**Autor para correspondencia: leidylaurapentonarias@gmail.com*

RESUMEN

Este estudio analiza el desarrollo de bioinsumos a base de microorganismos autóctonos beneficiosos (MAB) en Cuba como estrategia frente a la escasez de fertilizantes químicos y alternativa agroecológica. El enfoque utiliza el marco de análisis del sistema de innovación sectorial y talleres participativos en cinco provincias para cartografiar el ecosistema de actores, diagnosticar las condiciones existentes en torno a la adopción de los MAB, y construcción de propuestas prácticas para el escalado de esta tecnología. Los resultados muestran que el sector tecnológico estructurado por esta innovación se organiza en torno a dos cadenas: una cadena industrial estatal y una autoproducción campesina descentralizada. Tres obstáculos frenan el escalado: escasez de insumos (melaza, envases); procedimientos de certificación diseñados para unidades de producción industrial y no para unidades de autoproducción; escasez de mano de obra y disfunciones comerciales (calidad, distribución). Los resultados concluyen que la masificación a partir de una trayectoria de autoproducción se basa en una reestructuración institucional de las normas técnicas y de certificación que reconozca la heterogeneidad de las producciones descentralizadas.

Palabras clave: bioinsumos, microorganismos autóctonos beneficiosos, sistema de innovación, agroecológica, Cuba

ABSTRACT

This study analyzes the development of bio-inputs based on beneficial native microorganisms (BNMs) in Cuba as a strategy to address the scarcity of chemical fertilizers and as an agroecological alternative. The approach uses the sectoral innovation system analysis framework and participatory workshops in five provinces to map the ecosystem of actors, diagnose the

existing conditions surrounding the adoption of BNMs, and develop practical proposals for scaling up this technology. The results show that the technological sector structured by this innovation is organized around two chains: a state-run industrial chain and a decentralized peasant self-production chain. Three obstacles hinder scaling up: a scarcity of inputs (molasses, packaging); certification procedures designed for industrial production units and not for self-production units; a shortage of labor; and commercial dysfunctions (quality, distribution). The results conclude that mass production based on a self-production trajectory relies on an institutional restructuring of technical and certification standards that recognizes the heterogeneity of decentralized production.

Key words: bio-inputs, beneficial native microorganisms, innovation system, agroecology, Cuba

INTRODUCCIÓN

La promoción global de los bioinsumos agrícolas se presenta como una alternativa a la fertilización química, capaz de reducir la dependencia de la agricultura respecto a la industria química y las energías fósiles. Estos insumos contribuyen a mitigar el cambio climático, disminuir la contaminación y preservar la biodiversidad necesaria para las transiciones agroecológicas. Además, se les atribuye un papel sociopolítico relevante al disminuir las vulnerabilidades derivadas de los mercados internacionales y fortalecer la soberanía alimentaria (Bavaresco, 2024; Kumar *et al.,* 2024).

En los últimos cinco años, el mercado de bioinsumos ha crecido de manera sostenida en distintos continentes (Azenzem, 2025), con especial dinamismo en América (Bullor *et al.,* 2023). Este crecimiento ha impulsado inversiones públicas y privadas en biofábricas (Mestre *et al.,* 2024; Goulet *et al.,* 2024), que se adaptan a diversas realidades productivas: desde productores con tradición agroecológica y saberes ancestrales, hasta pequeños agricultores organizados comunitariamente y grandes explotaciones que aplican prácticas de conservación para reducir costos.

En el caso cubano, las biofábricas se apoyan en políticas públicas e inversiones estatales en centros de investigación, universidades y empresas (MINAG, 2021; Calero-Hurtado *et al.,* 2023). Estas políticas, iniciadas en los años 80, buscan transformar la agricultura hacia un modelo agroecológico que reduzca la dependencia de insumos importados, afectados por el bloqueo estadounidense. El endurecimiento reciente de dicho bloqueo y la inestabilidad del mercado de fertilizantes químicos, vinculada a los combustibles fósiles, refuerzan la urgencia de masificar la producción de biofertilizantes y promover la autonomía de los productores para garantizar la seguridad alimentaria (Temple *et al.,* 2026).

El sector cubano de bioinsumos se articula en torno a dos vías tecnológicas: una infraestructura industrial financiada con inversiones públicas, centrada en la homologación de cepas y la creación de biofábricas, que enfrenta dificultades por la reducción de recursos estatales (Belmin *et al.,* 2026); y la autoproducción descentralizada, impulsada por redes de pequeños agricultores y estructuras colectivas, que elaboran formulaciones locales y aprovechan recursos autóctonos. Ambas trayectorias interactúan en la combinación de innovación estatal y experiencia campesina, aunque aún son escasos los estudios sociales que analizan cómo consolidar estas complementariedades para aumentar la producción.

A partir de un proyecto de investigación colaborativo entre instituciones cubanas e internacionales, se plantea la pregunta sobre cómo el estado actual del sector tecnológico de bioinsumos en Cuba permite identificar los principales obstáculos para su masificación en la producción y los usos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en el marco de análisis de sistemas de innovación aplicado a la dinámica tecnológica de los bioinsumos (Touzard *et al.,* 2015). Metodológicamente, se emplearon diversas herramientas (Canto *et al.,* 2020), destacando la caracterización del ecosistema de actores y la investigación participativa (Borda, 1999), con el fin de identificar barreras técnico-productivas, económicas, sociales y políticas que limitan la masificación de los bioinsumos basados en Microorganismos Autóctonos Beneficiosos (MAB).

Las principales opciones metodológicas fueron:

- ✓ Análisis de la producción de bioinsumos basados en MAB, desarrollada en Cuba a partir de la adaptación de la tecnología de Microorganismos Eficaces (EM) introducida por la EEPFIH en 2006 (Blanco *et al.,* 2016).
- ✓ Documentación de las condiciones de implementación en cinco provincias (Mayabeque/Artemisa, Matanzas, Cienfuegos, Sancti Spíritus y Ciego de Ávila), reflejando heterogeneidad institucional, empresarial y económica, así como dificultades de integración interregional.
- ✓ Caracterización de instituciones científicas, universidades, empresas y unidades de producción implicadas en el diseño, inversión y uso de bioinsumos a base de MAB.
- ✓ Talleres participativos: organización de encuentros con investigadores, agricultores, empresas públicas y servicios de apoyo, para compartir y caracterizar las principales limitaciones en la producción de bioinsumos.

La información recopilada en los talleres se complementó con un análisis de la literatura científica sobre la implementación de MAB a escala mundial, en América Latina y en Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del ecosistema de actores clave

El desarrollo de bioinsumos con MAB involucra a productores, emprendedores, empresas, universidades, centros de investigación y autoridades territoriales, cada uno aportando capacidades complementarias: conocimiento científico, validación en campo, producción, comercialización y apoyo institucional. Esta interacción facilita la adopción de prácticas agroecológicas y el escalamiento desde la producción artesanal hasta la industrial.

Unidades de producción: Existen tres perfiles: fincas que aplican y validan insumos comerciales; fincas que han desarrollado autoproducción y marcas propias; y fincas demostrativas que producen microorganismos de forma artesanal e integran compostaje y biocarbón para rehabilitar suelos.

Las entidades como EEPFIH, IIHLD, Centro de Bioplantas, las universidades de Matanzas y Cienfuegos y LABIOFAM lideran la formación, investigación aplicada, transferencia tecnológica, asesoría técnica y capacitación continua para la producción de bioinsumos. Convierten resultados de laboratorio en protocolos y productos escalables, y articulan proyectos que conectan la ciencia con la práctica agrícola. Programas formativos y proyectos como BioFas y los cursos de permacultura incorporan experiencias internacionales y fortalecen capacidades locales, acelerando la adopción de prácticas agroecológicas.

Empresas estatales y grupos empresariales como GYDEMA, GELMA, AZCUBA y otras agroindustriales participan en la producción, procesamiento y distribución a escala, integrando cadenas productivas vinculadas a MINAG y MINSAP.

Funcionarios y delegaciones territoriales: delegaciones del CITMA y de agricultura, junto a la ANAP, facilitan la implementación local de políticas, la difusión de tecnologías y la articulación entre productores e instituciones.

Factores involucrados en la producción: Diferenciación de las cadenas productivas de bioinsumos basados en los MAB.

La cadena estatal de producción de bioinsumos se ha consolidado en Cuba a través de empresas como LABIOFAM responsable de la comercialización masiva, y centros de investigación como el Instituto FINLAY y CENPALAB, que elaboran preparados biológicos (Colectivo de autores, 2020).

Hasta 2021, el MINAG contabilizaba 229 instalaciones dedicadas a bioinsumos: 12 biofábricas industriales de fermentación con una capacidad instalada de 45 810 litros y un potencial anual de 3 685 000 litros, responsables de productos como EcoMic®, Biobras 16® y Fitomas E®, además de 217 CREE (MINAG, 2021). Ese mismo año se inauguró la planta piloto del biofertilizante IHPLUS®BF, con capacidad de 1 000 000 litros anuales, y posteriormente nuevas biofábricas como la UEB Bioproductos Cuba 10. Sin embargo, la comercialización directa en los lugares de producción limita el acceso de los agricultores, quienes deben asumir altos costos de transporte y energía, agravados por la falta de redes descentralizadas de distribución, la precariedad de infraestructuras y la escasa capacidad de los laboratorios acreditados para garantizar licencias de bioseguridad, en un contexto de reducción de la inversión pública.

En paralelo, desde 2006 se ha desarrollado la autoproducción artesanal de MAB, basada en cepas autóctonas recolectadas en la hojarasca forestal, y multiplicadas por fermentación en sustratos sólidos o líquidos. Este proceso incluye activación, enriquecimiento en soportes como melaza o compost, y conservación, acompañado de controles microbiológicos para asegurar la presencia de MAB y la ausencia de patógenos. En 2020 se contabilizaron 98 centros campesinos de producción de bioproductos (Colectivo de autores, 2020). No obstante, la diversidad de procesos artesanales genera variaciones en la composición, calidad y aplicación de los productos (Díaz *et al.*, 2021). En este contexto han surgido innovaciones pioneras, como el fertilizante natural DonisFer, creado por Fernando Donis a partir de harina de roca, carbón vegetal y MAB, o el organomineral FertiBiol–Combi, diseñado por Armas y Pérez (2022), que combina materiales orgánicos, minerales y biofertilizantes comerciales.

Obstáculos y palancas en el proceso productivo de bioinsumos basados en MAB

Los talleres participativos realizados en cinco provincias identificaron obstáculos técnico-productivos, institucionales y económicos en la producción de bioinsumos basados en MAB.

En el plano técnico-productivo, la escasez de insumos primarios como la melaza de caña, indispensable por su aporte de azúcares y minerales, constituye un bloqueo central. La crisis del sector azucarero redujo la producción nacional a menos de 200 000 toneladas anuales, lo que limita la disponibilidad de melaza y genera competencia con usos industriales y alimentarios (IPS, 2024). Aunque se han explorado alternativas como el guarapo o el zumo de piña (Donis, 2014), su aplicación sigue siendo y poco sistemática.

En el plano económico, la escasez de envases encarece la producción: un bidón de 1 litro cuesta 80 CUP frente a los 8 CUP del contenido, y uno de 20 litros alcanza los 500 CUP. Esta situación limita la expansión de los bioproductos, aunque experiencias de reciclaje en explotaciones como la finca de Liuver en La Habana o el emprendimiento Primicia Natural en Cárdenas muestran soluciones innovadoras que podrían generalizarse.

En el plano institucional, el abastecimiento energético y las condiciones de almacenamiento representan otro obstáculo. Los frecuentes cortes eléctricos afectan la conservación prolongada de los MAB, reduciendo su eficacia y la confianza de los agricultores, como se ha observado en LABIOFAM. Frente a ello, la producción de madre sólida aparece como una palanca estratégica: su vida útil es comparable a la de los insumos químicos y experiencias como la del CENPALAB o la cadena tecnológica entre «La Vigía» y la MIPYME «Carnes D'Tres» han logrado prolongar la vida útil de seis meses a más de 30 meses (Duarte Pla *et al.,* 2025).

Protocolos de registro y control para garantizar la calidad

El sistema de registro y certificación de los MAB en Cuba está bajo la responsabilidad del MINAG, con apoyo del CITMA en la evaluación ambiental y del MINSAP en la supervisión toxicológica y sanitaria (Muñoz Perdomo, 2025). Se basa en normas técnicas alineadas con estándares internacionales y exige documentación técnica, muestras y ensayos de eficacia, toxicidad y compatibilidad ambiental en laboratorios acreditados. Empresas como BioCen y LABIOFAM han logrado certificaciones internacionales, lo que refuerza la credibilidad del sistema, aunque este resulta inaccesible para pequeños productores.

Los principales obstáculos son los retrasos burocráticos, la falta de insumos en las instituciones certificadoras y los altos costos de los requisitos técnicos, lo que obliga a muchos productores a permanecer en circuitos informales de intercambio con controles rudimentarios. Además, la prohibición de comercializar bioproductos sin certificación limita ingresos y expansión.

Como palancas institucionales, destacan la Resolución 140/2018 del MINAG, que fijó requisitos iniciales de eficacia, calidad y seguridad, y el Decreto 76/2022, que profundizó en procedimientos de inscripción y documentación y la Ley de Agricultura Agroecológica que consolidó la visión estratégica de transición hacia una agricultura sostenible.

Limitaciones en gestión humana, logística y comercial

En el contexto actual de expansión de las biofábricas de MAB impulsadas por la autoproducción campesina, la escasez de mano de obra se convierte en un obstáculo decisivo para la adopción masiva de estas tecnologías. La salida de jóvenes del ámbito rural provoca una escasez de mano de obra agrícola. La producción de bioinsumos implica tareas adicionales como inversión en infraestructura, recolección y transporte de materias primas, preparación de MAB y supervisión del almacenamiento. Ante esta carga laboral, se requieren innovaciones en mecanización y gestión compartida de infraestructuras, lo que ha llevado a que algunas fincas se especialicen parcialmente en la producción de bioinsumos.

En la fase poscosecha, la comercialización agrícola y de bioinsumos se ha vuelto incierta y riesgosa por las fallas en la distribución y la escasez energética. Esto ha provocado un aumento de las pérdidas en el campo, mientras crecen las demandas urbanas y se deteriora la seguridad alimentaria (Temple *et al.*, 2026). La ausencia de canales seguros de valorización desincentiva la intensificación productiva, ya que los excedentes no encuentran salida confiable.

CONCLUSIONES

La innovación campesina en Cuba ha impulsado la transición hacia sistemas agropecuarios resilientes, donde los productores se consolidan como actores centrales de la seguridad y la soberanía alimentaria. La adopción de los Microorganismos Autóctonos Beneficiosos (MAB) constituye una estrategia esencial para fortalecer la fertilidad del suelo, la salud de cultivos y animales, y avanzar hacia una agricultura circular más sostenible y eficiente.

La producción se organiza en dos cadenas productivas: una de alcance nacional, liderada por empresas estatales que generan bioproductos a gran escala, y otra de alcance local, basada en campesinos líderes que producen artesanalmente para el intercambio comunitario. Se subraya la necesidad de descentralizar la producción para ampliar la cobertura territorial y responder mejor a las demandas locales.

El fortalecimiento de la capacitación de productores, consumidores y demás actores de las cadenas de valor, junto con el liderazgo campesino, resulta fundamental para consolidar el reconocimiento social y el impacto socioeconómico de la tecnología MAB. Asimismo, es imprescindible revisar los procesos de certificación, garantizando estándares sanitarios sin imponer barreras administrativas que limiten el acceso al mercado de productores con capacidad técnica y comercial.

Finalmente, la consolidación de los MAB como pilar estratégico de sistemas agropecuarios sostenibles requiere la articulación de alianzas entre gobiernos, universidades, empresas y proyectos nacionales e internacionales. Estas alianzas facilitan la movilización de recursos financieros y técnicos, el fortalecimiento institucional, la transferencia tecnológica y el acceso a mercados, contribuyendo a superar los cuellos de botella en investigación, producción, extensión y comercialización.

BIBLIOGRAFÍA

Armas, JL. y Pérez, R. 2022. Obtención y producción comercial de un abono órgano-mineral natural, para el desarrollo agropecuario sostenible. Memorias AGROPAT 2022. Pág. 1052. ISBN 978-959-7171-86-7.

Azenzem R. 2025. De los productos químicos al control biológico en la agricultura: panorama mundial y perspectivas africanas. Tecnología e innovación (en prensa)

Bavaresco, L. D. S. 2024. Compreensão da percepção sobre bioinsumos no Brasil: uma análise exploratória [Tesis de máster, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

Belmin R., Martin GM., Temple L., Fernandes P. 2026. Embargo en Cuba: la agroecología para evitar el colapso alimentario. The Conversation. https://theconversation.com/embargo-a-cuba-lagroecologie-pour-eviter-leffondrement-alimentaire-277038.https://doi.org/ 10.64628/AAK.4xuagx66d

Blanco, D., Suárez, J., Donis, F., González, O., Funes Aguilar, F. y Vázquez Moreno, L. L. Biodigestores y microorganismos nativos. Funes, F. y L. L. Vázquez. 2016. Avances de la Agroecología en Cuba. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba, 155-168.

Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes, A. M., Casavola, V., Carbajal, N., & Risopoulos, J. Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2023.

Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., Quintero Rodríguez, E., et al. 2023. Coaplicación entre el consorcio microorganismos eficientes y BIOBRAS 16® aumentan el crecimiento y la productividad del frijol común. Revista de la Facultad de Ciencias, 12(2).

Canto, G. B., De Romemont, A., Hainzelin, E., Faure, G., Monier, C., Triomphe, B., ... y Vall, E. ImpresS ex ante. 2020. Enfoque para co-construir ex ante las vías de impacto de la investigación para el desarrollo. Guía metodológica ImpresS ex ante (Segunda versión).

Colectivo de autores. 2020. Premio Ministerio De La Agricultura. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. “IHPLUS® BF, bioproducto cubano de alto impacto en el sector agropecuario”.

Díaz, M.; Martín, G.; Miranda, T; Fonte, L; Lamela, L.; Montejo, I.L.; Contino, Y.; Ojeda, F.; Medina, R.; Ramírez, W.; Lezcano, JC.; Pentón, G; Schmith, HP.; Alonso, O.; Catalá, R.; Milera, M. 2021. Los microorganismos nativos benéficos y su impacto en el sector agropecuario. En Tecnologías sociales en la producción pecuaria de América Latina y el Caribe. Universidad de Colima. ISBN digital: 978-607-8549-90-0.

Donis, F. 2014. Optimización y potenciación de la tecnología de microorganismos eficientes EM. Agrodesarrollo 2014. Pág. 1229. ISBN 978-959-7138-18-1.

Duarte Pla, L., Hernández, A. N., Fontes Marrero, D., Duarte Naranjo, L., Montejo Sierra, I. L., Fernandes, P., ... & Mazorra Calero, C. A. 2025. Proceso de innovación para la introducción de microorganismos eficientes en la porcicultura: análisis técnico-económico a escala del sector privado en Cuba.

Goulet, F., Poveda, D. G., & Odjo, S. 2024. Las biofábricas, nuevos modelos de producción y acceso a insumos agrícolas en América Latina. Perspective, 64, 1–4.

IPS Cuba ©. 2024. Bioproductos de uso agrícola, ¿una tabla de salvación?. https://www.ipscuba.net

Kumar, T., Devi, R. A., y Kumar, A. 2024. Estudios comparativos sobre el efecto de diversos biofertilizantes en el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la zanahoria (Daucus carota L.). Ecology, Environment and Conservation, 30, S169–S173.

Mestre, M. C., Fioroni, F., Heinzle, L. Y., Sisón-Cáceres, L., Cardozo, A., Chillo, V., ... y Fernández, N. 2024. Efecto de bioproductos a base de microorganismos de montaña sobre la colonización micorrízica y el rendimiento de lechuga y zanahoria en la Patagonia argentina. Siembra, 11(2).

Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba (MINAG). Política para la producción, desarrollo y uso de los bioproductos, bioestimulantes y bioplaguicidas de uso agrícola. 2021. https://www.minag.gob.cu/politicas/politica-para-la-produccion-desarrollo-y-uso-de-los-bioproductos-bioestimulantes-y-bioplaguisidas-de-uso-agricola

Muñoz Perdomo, Y. 2025. Una indiscutible tendencia al crecimiento en la producción de bioproductos en Cuba. Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba. https://www.minag.gob.cu

Temple L, Quatrefages T, Belmin R, Fernandes P. 2026. La seguridad alimentaria en Cuba: Vulnerabilidad y resiliencia. Montpellier: CIRAD, 22 p. Nota de síntesis para la embajada de Francia en Cuba. https://agritrop.cirad.fr/616575/

Touzard JM., Temple L., Faure G., Triomphe B. 2015. Sistemas de innovación y comunidades de conocimiento en el sector agrícola y agroalimentario: una revisión bibliográfica. Journal of Innovation Economics and Management, 2 (17): 117-142.

INTERJOVEN

ANÁLISIS DE GRUPOS DE INTERÉS EN LA CADENA DE VALOR DEL AZÚCAR CRUDO MEDIANTE EL MÉTODO MACTOR

STAKEHOLDER ANALYSIS IN THE RAW SUGAR VALUE CHAIN USING THE MACTOR METHOD

Yasniel Sánchez Suárez[1*], Darian Samá Muñoz[2], Maylín Marques León[1], Arialys Hernández Nariño[3], Brian Pensado Hernández[1]

[1] *Universidad de Matanzas (UM), Cuba.*

[2] *Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Cuba.*

[3]*Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas (UCMM), Cuba.*

Autor para correspondencia: yasnielsanchez9707@gmail.com

RESUMEN

La gestión sostenible de la cadena de valor del azúcar crudo requiere una comprensión profunda de los actores que la integran, sus intereses y dinámicas de poder. El presente trabajo aplica el método MACTOR (Análisis de Juegos de Actores) para mapear, clasificar y analizar los grupos de interés de la agroindustria azucarera cubana, representada por el Grupo Empresarial AZCUBA y sus eslabones productivos, comerciales y sociales. Se identificaron 16 actores y 11 objetivos estratégicos que integran las dimensiones económica, social, ambiental y tecnológica de la sostenibilidad. La Matriz de Influencias Directas y la Matriz Valorada de Posiciones fueron procesadas mediante el software MACTOR para generar el plano de influencia-dependencia, los mapas de convergencia y los análisis de distancias netas entre objetivos. Los resultados revelan que el Grupo Empresarial AZCUBA es el actor dominante con la mayor influencia directa e indirecta sobre la red, mientras que los productores asociados constituyen un nodo crítico de alta centralidad, combinando alta influencia y alta dependencia. Se identificó una alta convergencia interna entre las unidades operativas del grupo AZCUBA en torno a objetivos de eficiencia, calidad e innovación, y una convergencia estratégica entre el grupo empresarial y las comunidades en torno al desarrollo sostenible. Como resultado, se propone un plan de acciones conjuntas estructurado en cuatro ejes: gobernanza colaborativa, innovación tecnológica, gestión de productores y comunidades, y fortalecimiento de capacidades. Los hallazgos ofrecen una hoja de ruta basada en evidencia para la gestión estratégica de stakeholders en cadenas agroindustriales azucareras.

Palabras clave: cadena de valor azucarera, grupos de interés, método MACTOR, sostenibilidad, agroindustria cubana

ABSTRACT

The sustainable management of the raw sugar value chain requires a deep understanding of the actors involved, their interests and power dynamics. This paper applies the MACTOR method (Actors' Strategy Analysis) to map, classify and analyze the stakeholders of the Cuban sugar agro-industry, represented by the AZCUBA Business Group and its productive, commercial and social links. Sixteen actors and eleven strategic objectives were identified, integrating the economic, social, environmental and technological dimensions of sustainability. The Direct Influence Matrix and the Valued Position Matrix were processed using the MACTOR software to generate the influence-dependence plane, convergence maps and net distance analyses between objectives. Results reveal that the AZCUBA Business Group is the dominant actor with the highest direct and indirect influence over the network, while associated producers constitute a critical high-centrality node, combining high influence and high dependence. High internal convergence was identified among AZCUBA's operating units around efficiency, quality and innovation objectives, and a strategic convergence between the business group and communities around sustainable development. As a result, a joint action plan structured around four axes is proposed: collaborative governance, technological innovation, management of producers and communities, and capacity building. The findings offer an evidence-based roadmap for the strategic management of stakeholders in sugar agro-industrial chains.

Key words: sugar value chain, stakeholders, MACTOR method, sustainability, Cuban agro-industry

INTRODUCCIÓN

La agroindustria azucarera cubana, articulada en torno al Grupo Empresarial AZCUBA, representa una cadena de valor estratégica con múltiples actores interdependientes: productores agrícolas, unidades industriales, empresas de servicios técnicos, organismos reguladores, comunidades territoriales e instituciones académicas. La gestión sostenible de esta cadena exige trascender el enfoque tradicional centrado en el producto y adoptar una perspectiva de gobernanza multiactor que integre las dimensiones económica, social y ambiental. Sin embargo, en la práctica existe una brecha significativa entre el diagnóstico de las relaciones de poder entre actores y la disponibilidad de instrumentos sistemáticos que orienten la toma de decisiones estratégicas. En este contexto, el análisis de stakeholders mediante métodos prospectivos constituye una herramienta indispensable para identificar alianzas, anticipar conflictos y formular planes de acción colaborativos (Mahajan, *et al.*, 2023; Shirkoohi y Mohiuddin, 2025).

El método MACTOR (Matriz de Alianzas y Conflictos: Tácticas, Objetivos y Recomendaciones), desarrollado por Michel Godet, permite analizar las relaciones de fuerza entre actores, sus convergencias y divergencias respecto a objetivos estratégicos (Dania, Xing y Amer, 2022). Su aplicación en cadenas agroindustriales resulta especialmente pertinente dado el carácter complejo y multiescalar de estos sistemas, donde la sostenibilidad depende de la capacidad para alinear intereses divergentes en torno a objetivos comunes (Hoeke *et al.*, 2024). No obstante, en el contexto de la agroindustria azucarera cubana, su aplicación sistemática permanece escasamente documentada.

Objetivo: Aplicar el método MACTOR para analizar las relaciones de influencia-dependencia, convergencias y divergencias entre los grupos de interés de la cadena de valor del azúcar crudo de Cuba, como base para la formulación de acciones conjuntas orientadas a la sostenibilidad de la cadena.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identificación y clasificación de actores

Se seleccionaron 16 actores representativos de la cadena de valor del azúcar crudo cubana mediante revisión documental y consulta a expertos del Grupo Empresarial AZCUBA. Los actores fueron clasificados según su localización (interno/externo), nivel de influencia (primario, secundario, terciario) y función en la cadena de valor (Orientación-Or, Continuidad-C, Colaboración-Co, Gestión de riesgos-R, Proactividad-P). Paralelamente, se definieron 11 objetivos estratégicos agrupados en cuatro dimensiones: económica (O5, O11), social (O4, O6, O10), ambiental/tecnológica (O3, O7, O8, O9) y transversal (O1, O2).

Aplicación del método MACTOR

El análisis se desarrolló en seis pasos: (1) identificación de actores; (2) clasificación y (3) determinación de roles; (4) elaboración de fichas de actores; (5) mapeo mediante el software MACTOR utilizando la Matriz de Influencias Directas (MID) escala 0-4 y la Matriz Valorada de Posiciones (2MAO) escala 0-4 para cuantificar dinámicas de poder y alineación de objetivos; y (6) formulación de acciones conjuntas. La MID permitió calcular los vectores de influencia directa e indirecta (Ii) y dependencia (Di) para cada actor, generando el plano de influencia-dependencia. A partir de la comparación de posiciones valoradas (1MAO) se construyeron los histogramas de convergencia y los análisis de distancias netas entre objetivos (Wood *et al.*, 2021; Choi, Guo y Luo, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta la clasificación de los 16 actores identificados y sus roles en la cadena de valor. El análisis evidencia que los actores internos primarios concentran las funciones operativas centrales, mientras los actores externos desempeñan funciones de gobernanza, innovación y territorialidad. Destaca la participación del Grupo Empresarial AZCUBA (S16) como actor externo con función rectora de orientación, y los productores asociados (S3) como actores internos primarios con roles de continuidad, colaboración y gestión de riesgos.

Tabla 1. Clasificación de stakeholders y roles en la cadena de valor del azúcar crudo

Código	Stakeholder	Localización	Influencia	Función en la CV
S1	ICIDCA	Interno	Primario	Or, Co, R, P
S2	INICA	Interno	Primario	Or, C, Co, R, P
S3	CSS, CPA, UBPA, Productores asociados	Interno	Primario	C, Co, R
S4	TRANZMEC	Interno	Primario	C, Co, R
S5	UEB Producción	Interno	Primario	C, Co, R
S6	UEB Fábrica	Interno	Primario	C, Co, R
S7	UEB Derivados	Interno	Primario	C, Co, R
S8	TECNOAZUCAR	Interno	Primario	C, Co, R
S9	AZUIMPORT	Interno	Primario	C, Co, R
S10	AZUTECNIA	Interno	Primario	C, Co, R
S11	Comercio Nacional Mayorista (MINCIN)	Interno	Primario	C, Co
S12	Comercio Internacional (MINCEX)	Interno	Primario	C, Co
S13	Comunidad	Externo	Secundario	Co, R, P
S14	Gobierno	Externo	Secundario	Or, Co, R, P
S15	Universidad	Externo	Terciario	Co, R, P
S16	Grupo Empresarial AZCUBA	Externo	Primario	Or, Co, R, P

Or: Orientación; C: Continuidad; Co: Colaboración; R: Gestión de riesgos; P: Proactividad

El procesamiento de la MID mediante el software MACTOR permitió calcular los vectores de influencia directa e indirecta (Ii) y dependencia (Di). El Grupo Empresarial AZCUBA (S16) obtuvo los valores más elevados (Ii = 444; Di = 440), confirmando su rol de actor dominante. Los actores S5, S6 y S3 presentaron Ii superiores a 420, posicionándolos como actores de alta centralidad operativa. Los actores S11 (MINCIN) y S1 (ICIDCA) registraron los menores valores de Ii (267 y 286, respectivamente), ubicándose en el cuadrante de baja influencia y baja dependencia, lo que les confiere independencia relativa para actuar como impulsores de cambio a largo plazo.

El análisis de convergencias reveló un clúster altamente cohesionado entre los actores operativos del Grupo AZCUBA (S5, S6, S7, S8, S9, S10) en torno a objetivos de eficiencia operacional (O5), calidad de productos (O2) e innovación tecnológica (O7). Adicionalmente, se identificó una convergencia significativa entre el actor dominante AZCUBA (S16) y la Comunidad (S13) en torno al desarrollo sostenible (O9) y la economía circular (O8), configurando un espacio propicio para políticas de responsabilidad social empresarial. En contraste, los objetivos de economía circular (O8) y relaciones colaborativas (O4) presentaron mayor potencial de conflicto, dada la disparidad en la distribución de costos y beneficios de su implementación entre actores logísticos (S4) y productores de derivados (S7). Estos hallazgos coinciden con la literatura sobre gobernanza en cadenas agroindustriales (Dania, Xing y Amer, 2022), que enfatiza la necesidad de gestionar activamente las divergencias mediante mecanismos de transparencia como el blockchain (Choi, Guo y Luo, 2020).

A partir de estos resultados se propone un plan de acciones conjuntas estructurado en cuatro ejes estratégicos (Tabla 2). El Eje 1 Gobernanza Colaborativa plantea la creación de un Comité de Sostenibilidad de la Cadena con representación multiactor (S16, S3, S5, S8, S13, S14, S15) y un sistema de alerta temprana para conflictos. El Eje 2 Innovación y Desarrollo Tecnológico incluye un consorcio de I+D para economía circular y una plataforma digital de trazabilidad. El Eje 3 Gestión de Productores y Comunidades comprende la implementación de contratos justos y sostenibles y proyectos de inversión social participativos. El Eje 4 Fortalecimiento de Capacidades propone programas de formación continua y comunidades de práctica interempresariales.

Tabla 2. Plan de acciones conjuntas para la sostenibilidad de la cadena de valor (resumen)

Acción	Objetivos	Stakeholders clave	Plazo
Crear Comité de Sostenibilidad de la Cadena con representación multiactor	O1, O4, O9, O11	S16, S3, S5, S8, S13, S14, S15	6 meses
Implementar sistema de alerta temprana para conflictos	O4, O6	S16, S3, S11, S14	1 año
Consorcio de I+D para economía circular y aprovechamiento de residuos	O7, O8, O9	S15, S8, S7, S10, S13, S16	6 meses
Plataforma digital de trazabilidad de la cadena	O1, O2, O5, O11	S16, S8, S4, S9, S11, S12	1–2 años
Programa de contratación justa y sostenible	O4, O8, O9	S16, S3, S11, S12, S14, S13	1 año
Proyectos de inversión social participativos con comunidades	O4, O9	S13, S5, S6, S16	6 meses
Programa de formación en buenas prácticas e innovación	O6, O7, O8, O10	S15, S1, S2, S8, S3, S5	6 meses
Comunidades de práctica interempresariales	O5, O10, O11	S5, S6, S7, S8, S16	1 año

La aplicación del método MACTOR confirma la robustez de un enfoque sistemático de seis pasos para el análisis de stakeholders en cadenas agroindustriales complejas. La integración de la Teoría de la Saliencia (Wood *et al.*, 2021) para priorizar actores, combinada con el análisis de redes de la MID y los mapas de convergencia, permite pasar de un mapeo descriptivo a una estrategia basada en evidencia. El plan propuesto responde directamente a las divergencias identificadas, aprovecha las convergencias existentes y activa el potencial de actores autónomos como la Universidad (S15) como fuentes de innovación abierta (Shirkoohi y Mohiuddin, 2025; Hoeke *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES

El análisis MACTOR aplicado a la cadena de valor del azúcar crudo cubana permitió identificar 16 actores con roles diferenciados y 11 objetivos estratégicos que articulan las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad. El Grupo Empresarial AZCUBA emergió como actor dominante con los mayores valores de influencia y dependencia indirecta (Ii = 444; Di = 440), mientras los productores asociados constituyen el nodo crítico de mayor centralidad en la red. La alta convergencia interna entre las unidades operativas de AZCUBA en objetivos de eficiencia e innovación, y la convergencia estratégica con actores secundarios en torno al

desarrollo sostenible, configuran condiciones favorables para la implementación de iniciativas colaborativas. La identificación de divergencias en objetivos como la economía circular y las relaciones contractuales evidencia la necesidad de mecanismos de gobernanza participativa y transparencia. El plan de acciones conjuntas propuesto, estructurado en cuatro ejes y con indicadores de seguimiento, constituye una contribución metodológica replicable para la gestión estratégica de stakeholders en cadenas agroindustriales en contextos emergentes, aportando una herramienta de decisión basada en evidencia para el logro de la sostenibilidad de la cadena de valor azucarera cubana.

BIBLIOGRAFÍA

Choi, T.-M., Guo, S., & Luo, S. 2020. When blockchain meets social-media: Will the result benefit social media analytics for supply chain operations management? Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 135, 101860. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101860

Dania, W. A. P., Xing, K., & Amer, Y. 2022. The assessment of collaboration quality: a case of sugar supply chain in Indonesia. International Journal of Productivity and Performance Management, 71(2), 504–539. https://doi.org/10.1108/IJPPM-11-2019-0527

Hoeke, S., van Wijnen, J., Krikke, H., Löhr, A., & Ragas, A. M. J. 2024. Mapping the tire supply chain and its microplastics emissions using a multi-stakeholder approach. Resources, Conservation and Recycling, 203, 107389. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107389

Mahajan, R., Lim, W. M., Sareen, M., Kumar, S., & Panwar, R. 2023. Stakeholder theory. Journal of Business Research, 166, 114104. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114104

Shirkoohi, S. M., & Mohiuddin, M. 2025. Developing sustainable global value chain: role of multi-stakeholder collaborations and digitalization. Cleaner Logistics and Supply Chain, 17, 100271. https://doi.org/10.1016/j.clscn.2025.100271

Wood, D. J., Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Bryan, L. M. 2021. Stakeholder identification and salience after 20 years: Progress, problems, and prospects. Business & Society, 60(1), 196–245. https://doi.org/10.1177/0007650318816522

INTERJOVEN

MEJORA CONTINUA DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA CON EL EMPLEO DE NANOPARTÍCULAS

CONTINUOUS IMPROVEMENT OF AGRICULTURAL PERFOMANCE THROUGH THE USE OF NANOPARTICLES

Landy J Mora Pons*[1], Adolfo Brown Gómez[1], Iván Herrera[2], Adelmo Montalvan[2], Elein Terry[3], Yudines Carrillo[3]

[1]*Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Cuba.*

Centro de Estudios Avanzados (CEA), Cuba.

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

**Autor para correspondencia: landyjosemorapons@gmail.com*

RESUMEN

Las nanopartículas están siendo consideradas una plataforma ideal para el diseño de bioinsumos con principios activos soportados más eficientes y un impacto medible en el rendimiento agrícola. El estudio que evaluamos utiliza nanopartículas de magnetita (NPs-Fe) aprovechando su capacidad para potenciar la fijación biológica de nitrógeno inductoras de la nodulación, en combinación con un bioproducto formulado a partir de microorganismos eficientes al cual denominamos LEBAME. El impacto de la aplicación sola y combinada de estos productos en las cosechas de boniato y rábano ha demostrado a partir de los resultados alcanzados, su efecto como nanobioestimulante y una mejor respuesta cuando se combinan, reduciendo los niveles de toxicidad a partir de su fijación en una matriz y sus dimensiones nanométricas.

Palabras clave: Nanopartículas, nanomateriales, bioinsumos.

ABSTRACT

Nanoparticles are being considered an ideal platform for the design of bio-inputs with more efficient supported active principles and a measurable impact on agricultural performance. The study we evaluated uses magnetite nanoparticles (NPs-Fe), taking advantage of their ability to enhance biological nitrogen fixation as nodulation inducers, in combination with a bioproduct formulated from efficient microorganisms that we call LEBAME. The impact of the individual and combined application of these products on sweet potato and radish crops has demonstrated, based on the results obtained, their effect as a nanobiostimulant and a better response when combined, reducing toxicity levels due to their fixation in a matrix and their nanometric dimensions.

Key words: Nanoparticles, nanomaterials, bio-inputs

INTRODUCCIÓN

Cuba es un país predominantemente agrícola donde el suelo juega un papel importante para el desarrollo económico y alimentario del país. Uno de los factores más favorables para la economía es que el 60 % de los suelos son agrícolas y, del 40 % restante, la mitad puede utilizarse con fines pecuarios o forestales. La erosión natural del suelo no es un problema de gran importancia, debido a que la mayor parte del territorio es de llanuras, pero la forma en que se han realizado los desmontes, ha contribuido a empobrecer grandes extensiones de suelos. Las condiciones climáticas, topográficas y edafológicas que existen, han provocado erosión que se pueden considerar entre fuerte y media. Por otro lado, la salinidad y sodicidad ocupan áreas que superan el millón de hectáreas como parte de los efectos del cambio climático (Instituto de Suelos).

El uso de nanomateriales como bioestimulantes y antimicrobianos en la agricultura tiene varios impactos potenciales esperados: mejoras en la eficiencia de los fertilizantes, prevención e incremento de la resistencia a enfermedades, estimulación de crecimiento vegetal, reducción del uso de recursos hídricos y combinados con otros bioproductos pueden incrementar su potencialidad mejorando significativamente el rendimiento de los cultivos. Trabajos reportados con NPs de plata (NPs-Ag) han demostrado que son muy efectivas en la inhibición de agentes contaminantes (hongos, bacterias y virus), sin generar resistencia (Bello-Bello, 2017) y se emplean de diferentes formas demostrando efectos microbicidas en brotes *in vitro* de la caña de azúcar (Spinoso-Castillo, 2017; Andújar, 2020; Hernández, 2022; Albuerne, 2022).

Existen experiencias de trabajo con el Centro de Estudios Avanzados (CEA) y la dirección de Química Aplicada y Nanotecnología del ICIDCA en la funcionalización de matrices lignocelulosica con NPs de óxido de hierro (magnetita), generando nuevas propiedades multifuncionales dirigidas a la remediación medio ambiental. Estas NPs ancladas en una matriz, orgánica o inorgánica, forman un material compuesto con comportamiento superparamagnético denominado en la literatura ferrofluido seco y se adiciona a las propiedades de la matriz, mejorando los mecanismos de interacción físico-químicos lo cual crea un sistema de gran relevancia para los procesos de remediación ambiental (Lira, 2017).

Objetivo: Evaluar el efecto de las NPs-Fe sintetizadas solas y combinadas con LEBAME, un bioproducto de microorganismos eficientes desarrollado y comercializado por el ICIDCA.

MATERIALES Y MÉTODOS

La síntesis de NPs-Fe se desarrolló en la Planta de Síntesis y Escalado del ICIDCA en reactores de 40L esmaltado por dentro con una agitación de 250rpm y vapor sobrecalentado, el LEBAME es producido en la UEB de Bioprocesos, Quivican del ICIDCA. Se optimizó la dosis de aplicación: NPs-Fe +LEBAME: Se aplicaron por aspersión foliar con mochila a razón de 8g de NPs-Fe y 350 ml de LEBAME/16L de agua. Para llevar a cabo la evaluación de las nanopartículas solas y en combinación con el LEBAME se realizaron 2 experimentos, un primer experimento en el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L.) y un segundo experimento en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*), ambos experimentos se llevaron a cabo en suelo ferralítico rojo compactado agrogénico.

INTERJOVEN

EXPERIMENTO 1: Efecto de NPs-Fe y LEBAME en el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L.)

Características generales

Cultivos: Boniato (var. Inivit-05)

Tipo de Suelo: Ferralítico Rojo compactado agrogénico

Ubicación: DSA-INCA

Tratamientos

No.	Tratamientos
1	NPs-Fe
2	NPs-Fe +LEBAME
3	LEBAME
4	Control (sin bioproductos)

EXPERIMENTO 2: Efecto de NPs-Fe y LEBAME en el cultivo de rábano (*Raphanus sativus L.*)

Características generales

Cultivos: rábano

Tipo de Suelo: Ferralítico Rojo compactado agrogénico

Ubicación: canaletas-INCA

Tratamientos

No.	Tratamientos
1	NPs-Fe
2	LEBAME
3	NPs-Fe +LEBAME
4	Control (sin bioproductos)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EXPERIMENTO 1.

Tabla 1. Respuesta agronómica de la aplicación de NPs-Fe y LEBAME en el cultivo del boniato (*Ipomoea batata* L), solos y combinados.

Tratamientos	Brotación (%)	Longitud de las guías (m)	No. de raíces tuberosas comerciales por planta	Peso de raíces tuberosas comerciales por planta	Rendimiento ($txha^{-1}$)
NPs-Fe	92,6	1,29 b	2,20 b	0,20 b	15,83 b
LEBAME	92,3	1,31 b	2,25 b	0,21 b	16,18 b
NPs-Fe +LEBAME	93,7	1,75 a	2,83 a	0,36 a	18,23 a
Control	91,1	1,14 c	1,87 c	0,15 c	12,25 c
ESx	-	0,16	0,80	0,9	0,16
CV %	-	0,81	2,73	1,28	3,84

Como puede apreciarse en la tabla 1 a partir de los resultados reportados, la respuesta agronómica del cultivo del boniato mejora con la aplicación de NPs-Fe y LEBAME con respecto al control, pero la combinación de estos productos genera un impacto superior que se demuestra en el rendimiento final alcanzado (18.23 $txha^{-1}$)

EXPERIMENTO 2.

Tabla 2. Respuesta agronómica de la aplicación de NPs-Fe y LEBAME en el cultivo de rábano. Impacto de la combinación de ambos productos en el rendimiento del cultivo**.**

Tratamiento	Masa fresca				
	Foliar	Planta completa	Diámetro del bulbo (cm)	Masa bulbo (kg)	Rendimiento ($kg\ m^2$)
NPs-Fe	0.054 ab	0.1079 b	3.82 ab	0.053 b	1.6 b
LEBAME	0.055 ab	0.1050 b	3.93 ab	0.052 b	1.562 b
NPs-Fe + LEBAME	0.065 a	0.1070 a	4.016 a	0.070 a	2.562 a
Control	0.0048 b	0.077 c	3.56 b	0.029 c	0.875 c
Esx	0.004	0.007	0.156	0.003	0.09
desv	0.15	0.036	0.55	0.018	0.68

Como puede apreciarse en la tabla 2 a partir de los resultados reportados, la respuesta agronómica del cultivo del rábano también mejora con la aplicación de NPs-Fe y LEBAME con respecto al control, pero la combinación de estos productos genera un impacto superior que se demuestra en el rendimiento final alcanzado (2.6 $txha^{-1}$)

CONCLUSIONES

Se demostró en la cosecha de boniato y rábano la respuesta agronómica de los cultivos a la aplicación sola y combinada de NPs-Fe y LEBAME, demostrando un incremento marcado en el rendimiento cuando se aplican combinados en las dosis evaluadas, destacando su impacto como nanobioestimulante.

BIBLIOGRAFÍA

Albuerne Sayli, Alvarez Amaury, Brown Adolfo, Glez Yorexis et al. Obtención de nanomateriales multifuncionales capaces de potenciar la fijación biológica de nitrógeno. Congreso Internacional sobre Azúcar y Derivados. DIVER 2022, Hotel Nacional, Cuba, 20-24 de junio.

Andújar I., González N., Juan Carlos García J.C., Nina Bogdanchikova N., Pestryakov A, 2020. Argovit™ silver nanoparticles reduce contamination levels and improve morphological growth in the in vitro culture of Psidiumfriedrichsthalianum (O. Berg) Nied. SN Applied Sciences. 2(2110): 1-9.

Bello-Bello, J.J., R.A. Chavez-Santoscoy, C.A. Lecona-Guzmán, N. Bogdanchikova, J. Salinas-Ruíz, F.C. Gómez-Merino, A, 2017. Pestryakov. Hormetic Response by Silver Nanoparticles on In Vitro Multiplication of Sugarcane (Saccharum spp. cv. Mex 69-290) Using a Temporary Immersion System. Dose Response 15(4):1-9.

Hernández-León María del Carmen, Gómez-Kosky Rafael,. Toledo-Rodríguez Edel A, Bernal-Villegas Aydiloide, Alejo-Sierra Mirelis, Álvarez-Ferreiro Jercy, Aguiar-Fernández Ada T., Bermúdez-Calimano Midiala, Valdés-Martinez Ahmed, González-Alfaro Yorexis, 2022. Efecto de las nanopartículas de plata (NPs-Ag) en el enraizamiento in vitro de la caña de azúcar (Saccharum spp.). Vol. 56 No. 3, pp.24.

Instituto de Suelos. La evaluación de tierras, base para el monitoreo de la degradación de los suelos. En: Resúmenes del Taller "La metodología LADA y la evaluación de las tierras de Cuba". La Habana, Cuba. p. 25. 2006.

Lira-Saldivar Ricardo Hugo, Méndez-Argüello Bulmaro, Vera-Reyes Ileana, Santos-Villarreal Gladys, 2017. "Potencial de la Nanotecnología Para el Desarrollo de la Agricultura Sustentable", 2do Simposium – Taller Agronanotecnología.

Spinoso-Castillo, J.L., R.A. Chavez-Santoscoy, N.J.A. Bogdanchikova, V. Pérez-Sato, J. Morales-Ramos, J. Bello-Bello, 2017. Antimicrobial and hormetic effects of silver nanoparticles on in vitro regeneration of vanilla (Vanilla planifolia Jacks. ex Andrews) using a temporary immersion system. Plant Cell Tissue Organ Culture 129:195–207.

COADYUVANTES NACIONALES CON IMPACTO EN LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

NATIONAL ADJUVANTS WITH AN IMPACT ON THE SUGAR AGRO-INDUSTRY

Sara Mendoza Ferrer*[1], Adolfo Brown Gómez[1], Ivis Morales[1], Rafael Zuazanabar[3], Rigoberto Martínez[3], Tania Casero Rodríguez[3], Adriel L. García[3], Bárbara Rodríguez[1]

[1]*Instituto Cubano de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), Cuba.*

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Cuba.

**Autor para correspondencia: smendozaf15@gmail.com*

RESUMEN

El glufosinato de amonio es un herbicida de contacto de amplio espectro utilizado en el control de malezas, cuya eficacia depende en gran medida de la incorporación de coadyuvantes que optimicen su adherencia, la penetración y la persistencia sobre las superficies foliares. En Cuba, la búsqueda de alternativas nacionales que reduzcan la dependencia de insumos importados constituye una prioridad estratégica para garantizar la sostenibilidad agrícola. En este contexto, el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) desarrolló los coadyuvantes CODACER y CODAFUL, formulados a partir de aceite de cera y aceite de fusel, respectivamente, con el propósito de evaluar su desempeño en combinación con glufosinato de amonio LS 15. El estudio incluyó aplicaciones post-emergentes y el análisis de parámetros como cobertura foliar, control de malezas y fitotoxicidad. Los resultados evidenciaron que CODAFUL mejora significativamente la acción del herbicida, alcanzando niveles de efectividad comparable e incluso superior al producto comercial importado. Un aspecto relevante fue la ausencia absoluta de síntomas de fitotoxicidad en ambos coadyuvantes desde las primeras evaluaciones, lo que confirma su seguridad y compatibilidad con los cultivos.

Palabras clave: glufosinato de amonio, CODAFUL, CODACER, control de malezas.

ABSTRACT

Ammonium glufosinate is a broad-spectrum contact herbicide used for weed control, whose effectiveness largely depends on the incorporation of adjuvants that optimize adhesion, penetration, and persistence on foliar surfaces. In Cuba, the search for national alternatives that reduce dependence on imported inputs is a strategic priority to ensure agricultural sustainability. In this context, the Cuban Institute for Sugarcane Derivatives Research (ICIDCA) developed the adjuvants CODACER and CODAFUL, formulated from wax oil and fuel oil, respectively, with the purpose of evaluating their performance in combination with ammonium glufosinate LS 15. The study included post-emergence applications and the analysis of parameters such as foliar

coverage, weed control, and phytotoxicity. Results showed that CODAFUL significantly enhanced herbicide performance, reaching levels of effectiveness comparable to or even superior to the commercial product. A key finding was the absolute absence of phytotoxicity symptoms in both adjuvants from the earliest evaluations, confirming their safety and compatibility with crops.

Keywords: ammonium glufosinate, CODAFUL, CODACER, weed control

INTRODUCCIÓN

El fortalecimiento de la seguridad alimentaria en Cuba requiere soluciones innovadoras que integren sostenibilidad, eficacia y resiliencia en la producción agrícola. En este contexto, el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) perteneciente al Grupo Empresarial AZCUBA, ha impulsado el desarrollo de bioestimulantes y plaguicidas derivados de la caña de azúcar como parte de una estrategia nacional para reducir la dependencia de insumos importados (González, 2025). En esta etapa de la investigación se evalúan los coadyuvantes CODACER y CODAFUL, aplicados en formulación con glufosinato de amonio LS 15 ampliamente utilizado en sistemas agrícolas internacionales, el cual requiere una adecuada cobertura foliar para garantizar su eficacia, lo que hace imprescindible el uso de coadyuvantes (Ruiz, 2021). Cuando adicionamos un coadyuvante mejoramos la adherencia y la cobertura de la aspersión sobre la superficie de las plantas (Obando, 1985). La combinación de herbicida + coadyuvante aplicada y retenida por el follaje es fundamental para garantizar un buen efecto del agroquímico en la planta, la ampliación del periodo de aplicación y el control de insectos fitófagos (John, 1976; Petersen, 2001).

Los coadyuvantes no solo mejoran la adherencia y penetración del herbicida en el tejido foliar, sino que también reducen pérdidas por evaporación, escurrimiento y baja concentración en el sitio de acción (Green, 2021). Además, su empleo favorece la reducción de dosis de agroquímicos, incrementando la eficiencia del control de malezas y disminuyendo el impacto ambiental (Zhang, 2025). CODACER y CODAFUL representan alternativas, que además de ser técnicamente viables, fortalecen la seguridad alimentaria del país (FAO, 2021). El objetivo del estudio consistió en evaluar la efectividad de los coadyuvantes CODACER y CODAFUL, en aplicaciones foliares dirigidas a 1-1,5% V/V de concentración de Glufosinato de amonio LS 15 en aplicación post-emergente de las malezas en comparación con Codadhex Pg 20% como testigo comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el área experimental de la UEB INICA, municipio Quivicán , provincia de Mayabeque. Las características de algunos indicadores del clima se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Comportamiento del clima en el área de estudio

Aspectos	Quivicán
Clima	Tropical húmedo
Precipitación media	1398.0 mm/año
Temperatura media	24.7 ^{0}C
Humedad relativa	Entre 75% y 77%

Se realizaron dos ensayos en los que se evaluaron 9 tratamientos consistentes en ocho dosis de los productos CODACER y CODAFUL, y un testigo comercial (Glufosinato de amonio LS 15 + Codadhex Pg 20%) en aplicaciones post-emergente en las principales malezas establecidas en el cultivo de la caña de azúcar en Cuba (tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos evaluados

No	Tratamientos ensayo 1	Tratamientos ensayo 2	Dosis concentración V/V
1	Glufosinato + Codadhex Pg 20%	Glufosinato + Codadhex Pg 20%	1,1 + 0,50
2	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,30
3	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,40
4	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,50
5	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,30
6	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,40
7	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,50
8	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,30
9	Glufosinato + CODACER	Glufosinato + CODAFUL	1,1 + 0,30

La evaluación en esta etapa se realizó en una plantación de caña de azúcar de cuatro meses de edad (pre cierre), con la variedad C86-12, de forma dirigida con mochila, en manchoneo por concentración V/V, con asperjadora de espalda Matabi de 16 L de capacidad, con boquilla de cono hueco y presión de 1-1,5 bar, con presencia de las especies monocotiledóneas *Sorghum halepense, Cyperus rotundus, Dichanthium annulatum* y las dicotiledóneas *Ipomoea trífida y mucuna pruriens.* Los tratamientos se dispusieron en franjas, cada una con cinco estaciones de muestreo (replicas) conformadas por cuatro surcos de 7.5 m de largo separados a 1.60 m, para un área de cálculo de cada parcela de 48 m^2.

Se realizaron evaluaciones a los 15, 30 y 45 días de aplicación, de los tratamientos herbicidas según la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974), expuesta en la tabla 3.

Tabla 3. Evaluación del % de control de malezas (ALAM, 1974)

Índice	Grado de control
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

La fitotoxicidad causada por los tratamientos herbicidas al cultivo hasta los 45 días posteriores a su aplicación, se realizó según la escala de la European Weed Research Society (EWRS) de 9 grados (CIBA, 1981), tabla 4.

Tabla 4. Escala ERWS de la tolerancia del cultivo

Grado	Categoría	Síntomas de fitotoxicidad en el cultivo
1	Ningún efecto	Ausencia absoluta de síntomas
2	Muy débil	Síntomas muy ligeros
3	Débil	Síntomas ligeros, pero claramente visibles.
4	Regular	Síntomas más marcados (por ej. Clorosis), pero que no se traducen en reducción de rendimiento.
5	Mediano	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
6	Daños medianamente fuertes	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
7	Daño fuerte	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
8	Daño muy fuerte	Mayor clorosis, atrofia y pérdida de rendimiento
9	Muerte total	Muerte total

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la efectividad del producto CODACER con Glufosinato de amonio LS 15 se detallan en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la evaluación del control de malezas y la fitotoxicidad en la aplicación del coadyuvante CODACER con Glifosato de amonio LS 15

Tratamiento	Dosis de conc. V/V	Control 15 dda	Control 30 dda	Control 45 dda	Fitotoxicidad 15, 30, 45 dda
Glufosinato + Codadhex Pg 20%	1,1 + 0,50	Regular	Regular	Regular	Ausencia absoluta de síntomas (AAS)
Glufosinato + **CODACER**	1,1 + 0,30	Pobre	Pobre	Pobre	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,1 + 0,40	Regular	Regular	Regular	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,1 + 0,50	Regular	Regular	Regular	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,3 + 0,30	Pobre	Pobre	Pobre	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,3 + 0,40	Regular	Regular	Regular	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,3 + 0,50	Regular	Regular	Regular	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,1 + 0,30	Pobre	Pobre	Pobre	AAS
Glufosinato + **CODACER**	1,3 + 0,30	Pobre	Pobre	Pobre	AAS

Los resultados obtenidos de la aplicación del coadyuvante CODACER, en tratamientos post-emergente con Glufosinato de amonio LS 15 fueron parcialmente satisfactorios, ya que se observaron malezas que no fueron controladas en su totalidad .Sin embargo, los resultados en la evaluación de la fitotoxidad, fueron adecuados demostrando ausencia absoluta de síntomas.
En la evaluación del coadyuvante CODAFUL se observó un excelente control de las malezas a los 45 días de la aplicación, los resultados se detallan en la tabla 6.
Resulta más factible la aplicación del tratamiento 4, debido a que utiliza la menor dosis de Glufosinato de amonio, generando una ventaja costo/beneficio para el productor, resulta la mayor dosis del CODAFUL que es más económico que el herbicida. En cuanto a la fitotoxicidad mostró resultados excelentes desde los 15 días de aplicación, por lo que las plantaciones se mantienen limpias desde las primeras evaluaciones de la aplicación combinada de herbicida/coadyuvante.

Tabla 6. Resultados de la evaluación del control de malezas en la aplicación de CODAFUL con Glifosato de amonio LS 15

Tratamiento	Dosis de conc. V/V	Control 15 dda	Control 30 dda	Control 45 dda	Fitotoxicidad 15, 30, 45 dda
Glufosinato + Codadhex Pg 20%	1,1 + 0,50	Regular	Regular	Regular	Ausencia absoluta de síntomas (AAS)
Glufosinato + **CODAFUL**	1,1 + 0,30	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	1,1 + 0,40	Muy Buena	Excelente	Excelente	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	**1,1 + 0,50**	**Excelente**	**Excelente**	**Excelente**	**AAS**
Glufosinato + **CODAFUL**	1,3 + 0,30	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	1,3 + 0,40	Muy Bueno	Excelente	Excelente	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	1,3 + 0,50	Excelente	Excelente	Excelente	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	1,1 + 0,30	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	AAS
Glufosinato + **CODAFUL**	1,3 + 0,30	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	AAS

CONCLUSIONES

Los análisis de fitotoxicidad mostraron AAS desde la primera evaluación en ambos coadyuvantes, lo que garantiza eficacia en el control de malezas *Sorghum halepense, Cyperus rotundus, Dichanthium annulatum* y las dicotiledóneas *Ipomoea trífida y mucuna pruriens* sin comprometer la salud de los cultivos.
La evaluación realizada a los 15,30 y 45 días demostró que el Glufosinato de amonio LS 15 combinado con el CODAFUL es más eficiente en el control de malezas siendo la mejor dosis a aplicar 1,1 + 0,50 V/V.
Ambos codayuvantes: CODACER y CODAFUL pueden ser producidos en la Planta de Síntesis y Escalado ubicada en el ICIDCA

BIBLIOGRAFÍA

ALAM. 1974. Resumen del panel sobre métodos de control de malezas en Latinoamérica. II Congreso ALAM, 1:1-48.

CIBA-Geigy. 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edición. Basilea, Suiza: Editorial CIBA-Geigy. 205 p.

FAO. 2021. The State of Food and Agriculture 2021. FAO, Roma.

González, R., Pérez, Y., & Hernández, L. 2025. Evaluación de coadyuvantes locales en aplicaciones foliares. Revista ICIDCA, 57.

Green, J.M. 2021. Adjuvants and herbicide efficacy revisited. Weed Technology, 35(2), 215-223.

John Audus, Leslie. Herbicides: Physiology, Biochemistry, Ecology, Volumen 2. Academic Press, 1976.

Obando R. A. 1985. Uso de surfactants no ionicos en la agricultura moderna. VI Congreso Nacional de maleza Soc-Mex. Ciencia de la maleza, pp. 376-384.

Petersen, J., and K. Hurle. 2001. Influence of climatic conditions and plant physiology on glufosinate-ammonium efficacy. Weed Res. 41:31-39.

Ruiz-Sánchez, M., Lamz-Piedra, A., & Falcón-Rodríguez, A.B. 2021. Uso de bioproductos en cultivos troplicales. Revista Cultivos Troplicales, 42.

Zhang, H., Li Y., & Wang, J. 2025. Glufosinate and adjuvant interactions in weed management, journal of Agricultural Chemestry, 73(2), 210-219.

INTERJOVEN

SOSTENIBILIDAD DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA CUBANA: UN PROYECTO ENFOCADO EN LA GESTIÓN INTEGRADA DE SUS CADENAS DE VALOR

SUSTAINABILITY OF THE CUBAN SUGAR AGROINDUSTRY: A PROJECT FOCUSED ON THE INTEGRATED MANAGEMENT OF ITS VALUE CHAINS

Darian Samá Muñoz[1, *], Yasniel Sánchez Suárez[2], Arialys Hernández Nariño[3] y Cira Lidia Isaac Godínez[4]

[1] *Universidad Agraria de la Habana (UNAH), Cuba.*

[2] *Universidad de Matanzas (UM), Cuba*

[3] *Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Cuba*

Autor para correspondencia: dsama1991@gmail.com

RESUMEN

En la última década se ha operado un cambio en las condiciones del mercado azucarero, que propicia un ambiente de reanimación de la producción de azúcar en Cuba. Sin embargo, alcanzar los estándares competitivos actuales sigue siendo un desafío crítico. El objetivo del presente trabajo analizar el estado actual de los impactos en el sector agroindustrial azucareros de Mayabeque de los resultados del proyecto gestión integrada de cadenas de valor del azúcar de caña y derivados GICAVaz. Se aplica un enfoque participativo y mixto, con una visión holística de la temática objeto de estudio. Se emplean métodos de observación participante y medición directa, ejecución de talleres con los actores involucrados considerados sujetos de la transformación, entrevistas y encuestas a participantes claves, grupos de discusión y revisiones documentales. Se trazaron estrategias para el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales que cierren ciclos productivos, apostando por el necesario encadenamiento productivo con impacto en la satisfacción del cliente, además, se implantan procedimientos para el diagnóstico y diseño de las cadenas de valor y su modelación que han permitido la integración, coordinación, racionalidad y desempeño de los procesos agroindustriales azucareros con impacto en el territorio. El marco resultante es aplicable tanto a la producción de azúcar como al aprovechamiento de sus derivados, ofreciendo vías viables para incrementar la eficiencia y competitividad de la agroindustria azucarera cubana. La metodología propuesta constituye una herramienta práctica para la modernización de este sector estratégico.

Palabras Claves: Cadenas de valor, Sostenibilidad, Agroindustria, Eficiencia

ABSTRACT

In the last decade, a shift in the conditions of the sugar market has fostered an environment for the revival of sugar production in Cuba. However, achieving current competitive standards remains a critical challenge. The objective of this paper is to analyze the current state of impacts on the sugar agroindustrial sector of Mayabeque resulting from the project "Integrated Management of Sugar Cane and Derivative Value Chains (GICAVaz)." A participatory and mixed approach is applied, with a holistic vision of the subject under study. Methods such as participant observation and direct measurement, workshops with involved stakeholders considered as agents of transformation, interviews and surveys with key participants, discussion groups, and documentary reviews are employed. Strategies were developed for the use of human and material resources that close productive cycles, betting on the necessary productive linkage with an impact on customer satisfaction. Furthermore, procedures for the diagnosis, design, and modeling of value chains were implemented, enabling the integration, coordination, rationality, and performance of sugar agroindustrial processes with a territorial impact. The resulting framework is applicable both to sugar production and the use of its derivatives, offering viable ways to increase the efficiency and competitiveness of the Cuban sugar agroindustry. The proposed methodology constitutes a practical tool for the modernization of this strategic sector.

Key words: Value chains, Sustainability, Agroindustry, Efficiency

INTRODUCCIÓN

La creación y conservación de valor se ha convertido en un eje estratégico para la competitividad empresarial. En un mercado cada vez más exigente, analizar cada etapa de la producción y distribución permite identificar ineficiencias, optimizar recursos y responder adecuadamente a las necesidades del cliente (Porter, 1985; González et al., 2022). Para la agroindustria azucarera cubana, un pilar histórico de la economía, este enfoque es vital. En los últimos años, el sector ha experimentado un deterioro de sus indicadores productivos, lo que ha motivado la búsqueda de nuevos modelos gerenciales y esquemas organizativos más eficientes que fortalezcan los encadenamientos productivos.

En respuesta a esta problemática, se desarrolla el proyecto GICAVaz (PN 3602 LH 002-085), cuyo objetivo es generar una metodología para la gestión integrada de las cadenas de valor del azúcar de caña y sus derivados. El presente trabajo tiene como objetivo analizar el estado actual de los impactos en el sector agroindustrial azucarero de Mayabeque de los resultados del proyecto GICAVaz, demostrando cómo la ciencia y la innovación pueden contribuir a la sostenibilidad y competitividad del sector.

Objetivo: Analizar el estado actual de los impactos en el sector agroindustrial azucarero de Mayabeque derivados de la implementación de los resultados del proyecto GICAVaz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el período enero-junio de 2025 en las Empresas Agroindustriales Azucareras (EAA) "Boris Luis Santa Coloma" (municipio Madruga) y "Manuel

Fajardo" (municipio Quivicán), en la provincia de Mayabeque, Cuba. Se aplicó un enfoque participativo y mixto, con una visión holística del objeto de estudio. Los métodos y técnicas empleados fueron:

- ✓ Análisis de documentos: Revisión de proyectos de investigación, normativas sectoriales, informes de resultados y tesis de grado.
- ✓ Observación científica: Para obtener información directa sobre los procesos productivos y la situación actual de las empresas.
- ✓ Entrevistas y Focus Groups: Aplicados a miembros del consejo de dirección, directivos del sector, investigadores y trabajadores para obtener retroalimentación en profundidad.
- ✓ Encuestas: Para recopilar información directa sobre el objeto de estudio.
- Modelación: Utilizando herramientas como Value Stream Mapping (VSM) y la filosofía Lean Manufacturing para visualizar flujos, detectar desperdicios y proponer estados futuros de las cadenas.
- Análisis de redes (Ucinet): Para el estudio comparativo de procedimientos de modelación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del proyecto GICAVaz se estructuran en torno a tres resultados científicos fundamentales.

1. Diagnóstico de la cadena de valor. Se elaboró un procedimiento estructurado en tres fases (Exploración del contexto organizacional, Diagnóstico y Orientación estratégica) y ocho etapas (figura 1).

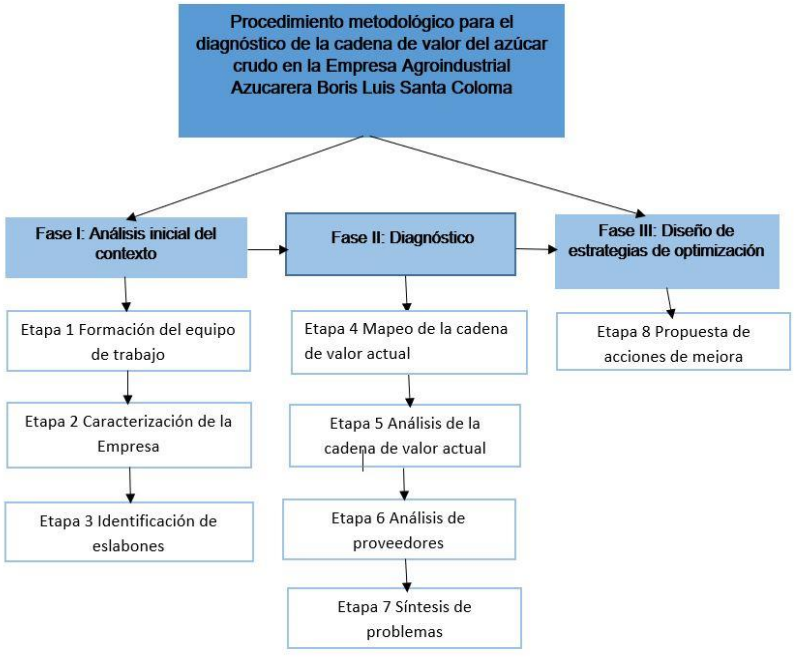


Figura 1. Procedimiento para el diagnostico de las cadenas de valor agroindustriales azucareras

Fuente: Elaboración propia

Su aplicación en la cadena de azúcar crudo de la EAA "Boris Luis Santa Coloma" permitió determinar que la estructura actual no constituye una cadena de valor sino una cadena productiva, identificando el eslabón más débil y sus principales deficiencias mediante un diagrama Causa-Efecto ponderado. En la EAA "Manuel Fajardo", se caracterizó y diagnosticó el sistema productivo de mieles, revelando importantes ineficiencias estructurales, pero también oportunidades de mejora.

2. Modelación y diseño de cadenas de valor. A partir de un estudio comparativo de nueve procedimientos internacionales y un análisis de coincidencias con software Ucinet, se propuso un procedimiento propio para la modelación. Este se estructuró en tres fases y ocho etapas, integrando VSM y Lean (figura 2).

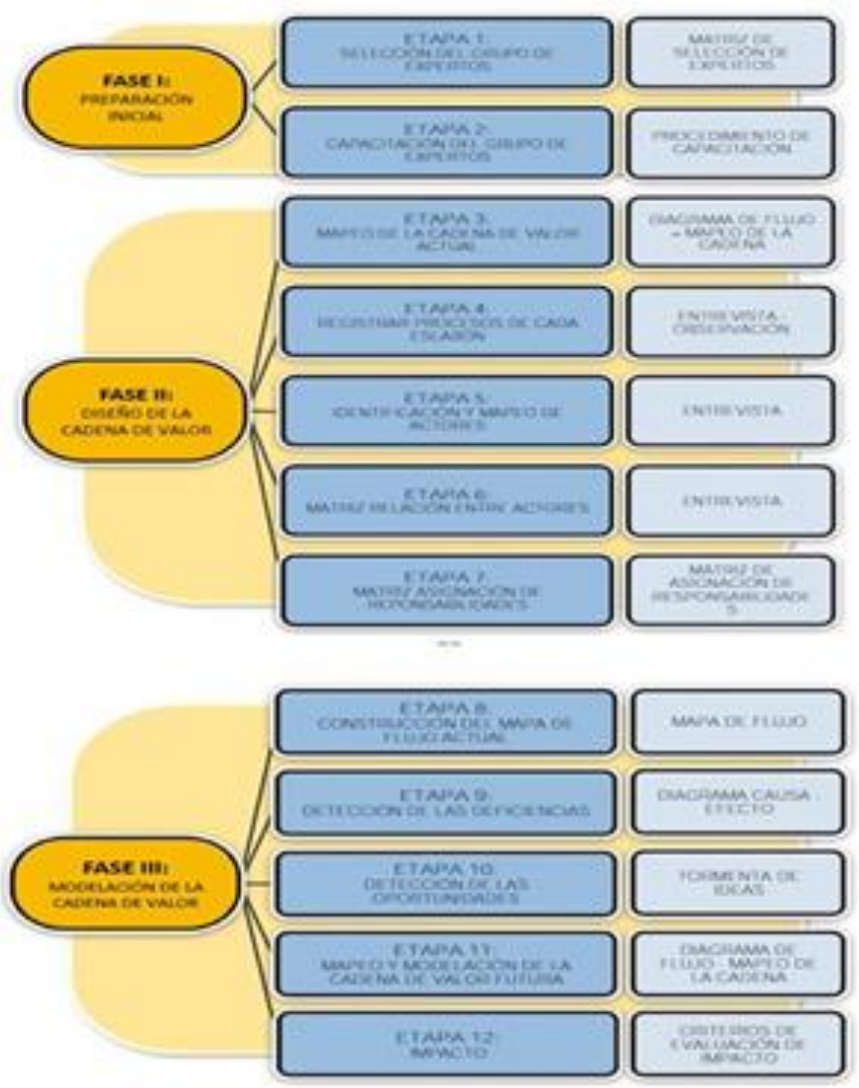


Figura 2. Procedimiento para el modelo de diseño de la cadena de valor

Al aplicarlo en la EAA "Boris Luis Santa Coloma" para el rediseño de la cadena de azúcar crudo, se logró:

- ✓ Reestructuración de eslabones, identificación de responsables y mapeo de flujos (materiales, financieros, información).
- ✓ Un aumento del 33.4% en la eficiencia de los tiempos totales del ciclo de la cadena.
- ✓ Una reducción del 5.72% en los tiempos de espera entre segmentos.
- ✓ Una reducción del tiempo de traslado inter-eslabón de 2 a 1 hora, generando ahorros logísticos sustanciales.

En la EAA "Manuel Fajardo", el procedimiento permitió diseñar, por primera vez, la cadena de valor de mieles, identificando actores, responsabilidades y flujos para optimizar este derivado.

3. Creación de capacidades y generalización. Se diseñó el Diplomado "Fortalecimiento de la innovación logística y cadenas de valor azucareras". Se defendieron cinco tesis de grado (cuatro de Ingeniería Industrial y un trabajo de curso de Gestión Sociocultural), que contribuyen directamente a los resultados del proyecto. Los resultados fueron socializados en eventos de alto impacto como la XII Convención Científica Internacional de la Universidad de Matanzas y la IV Convención Internacional de la Universidad de Camagüey. Se generaron ocho artículos científicos en revistas indexadas (Categoría I, II y IV según MES). Un estudiante obtuvo destaque en el Fórum Nacional de Estudiantes de Ciencias Técnicas. Estos resultados demuestran un alto rigor científico, actualización (referencias 2020-2025) y una clara alineación con las políticas de soberanía alimentaria y desarrollo sostenible de Cuba.

CONCLUSIONES

La implementación del proyecto GICAVaz ha generado un impacto positivo y tangible en la agroindustria azucarera de Mayabeque. Los procedimientos desarrollados para el diagnóstico y la modelación de cadenas de valor han permitido transitar de cadenas productivas a cadenas de valor gestionadas de forma integrada, mejorando la eficiencia operativa, reduciendo tiempos de espera y optimizando recursos. El marco resultante es aplicable tanto a la producción de azúcar crudo como al aprovechamiento de sus derivados (mieles), ofreciendo vías viables para incrementar la competitividad del sector. La creación de capacidades en jóvenes investigadores y profesionales, junto con la generación de publicaciones y eventos científicos, garantiza la sostenibilidad y reproducibilidad de la metodología propuesta, consolidándola como una herramienta práctica para la modernización de este sector estratégico para Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

González Mesa, O., et al. 2022. La cadena de valor como una herramienta de gestión para la producción de arroz consumo. Cooperativismo y Desarrollo, 10(1), 39-55.

Hernández Nariño, A., et al. 2025. Supply chain mapping: Analysis of processes, flows and actors in Latin-American case studies. Kasetsart Journal of Social Sciences, 46.

Porter, M. E. 1985. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press.

Samá Muñoz, D., et al. 2025. Calidad gerencial y desempeño en la Empresa Agroindustrial Azucarera Héctor Molina Riaño. Revista Cubana de Ingeniería, 15.

Sánchez Suárez, Y., et al. 2025. Modelación de la cadena de valor del azúcar en la Sucursal Islazul Varadero. Repositorio Institucional Universidad de Matanzas.



INTERJOVEN

INTERJOVEN

EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD NUTRICIONAL DE CULTIVOS LOCALES EN CUBA: UNA ESTRATEGIA SOSTENIBLE PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES METABÓLICAS.

EVALUATION OF NUTRIENT DENSITY IN LOCAL CUBAN CROPS: A SUSTAINABLE STRATEGY FOR THE PREVENTION OF METABOLIC DISEASES

Cynthia López García

Centro Psicopedagógico de Güines,Cuba.

Autor para correspondencia: cynthialopezgarcia19@gmail.com

RESUMEN

Los hábitos nutricionales en Cuba han generado un incremento crítico en la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial. El presente trabajo propone una mejora de la dieta donde se priorice la densidad nutricional sobre la generación de calorías vacías. El estudio se centra en la provincia de Mayabeque, evaluando cómo el potencial productivo de los suelos ferralíticos rojo influye en la calidad biológica de los alimentos. La metodología se fundamenta en una revisión comparativa de la densidad de micronutrientes esenciales cómo magnesio, potasio y fibra en productos autóctonos (frijol carita, calabaza y guayaba) frente a alimentos ultraprocesados. Los resultados esperados sugieren que una dieta basada en estos cultivos mejora la respuesta insulínica, reduce los marcadores de inflamación sistémica y resulta económicamente viable en el contexto actual. Se concluye que la agricultura sostenible, enfocada en la producción de alimentos con bajo índice glucémico y alta densidad de fitonutrientes, constituye la base fundamental de la medicina preventiva en la sociedad cubana. Este enfoque permite una resiliencia alimentaria que vincula la salud del ecosistema con la salud pública.

Palabras clave: densidad nutricional, cultivos locales, enfermedades metabólicas, agricultura sostenible, nutrición preventiva.

ABSTRACT

Nutritional habits in Cuba have led to a critical increase in the prevalence of chronic non-communicable diseases, such as diabetes mellitus and hypertension. This study proposes a dietary improvement that prioritizes nutrient density over "empty calories." To this end, it focuses on the design of diets utilizing specific local crops (legumes, starchy vegetables, and fruits) as therapeutic and preventive tools based on their metabolic profiles. The methodology is based on a comparative review of the density of essential micronutrients—such as magnesium, potassium, and fiber—in native products (frijol carita or black-eyed peas, pumpkin, and guava) versus ultra-processed foods. The expected results suggest that a diet based on these crops improves insulin response, reduces markers of systemic inflammation, and is economically viable within the current context. It is concluded that sustainable agriculture, focused on the production of low-

glycemic index foods with high phytonutrient density, constitutes the fundamental basis of preventive medicine in Cuban society. This approach enables food resilience that links ecosystem health with public health.

Key words: nutrient density, local crops, metabolic diseases, sustainable agriculture, preventive nutrition.

INTRODUCCIÓN

En la última década, Cuba ha experimentado una transición nutricional preocupante, caracterizada por un desplazamiento del consumo de alimentos naturales hacia productos de alta densidad energética y bajo valor nutricional. Este fenómeno ha consolidado a las enfermedades crónicas no transmisibles, como el principal desafío para el sistema de salud pública en la isla. Según investigaciones nacionales, la prevalencia de la diabetes mellitus y la hipertensión arterial no solo responde a factores genéticos, sino a una desconexión entre la producción agrícola y las necesidades bioquímicas de la población cubana. Como señalan Jiménez-Acosta *et al.* (2020), resulta imperativo rescatar la calidad de la dieta mediante el aprovechamiento de la biodiversidad local, ya que la malnutrición por exceso convive frecuentemente con deficiencias críticas de micronutrientes esenciales en el contexto epidemiológico actual.

El problema central de esta investigación radica en la pérdida de la soberanía nutricional, donde el consumo de alimentos ultraprocesados importados ha sustituido a las "viandas" y leguminosas tradicionales cultivadas en suelos nacionales. Esta sustitución genera un estado de "hambre oculta", donde el individuo presenta exceso de peso pero carece de fitonutrientes protectores. En la provincia de Mayabeque, esta problemática es particularmente relevante, dado que el potencial de los suelos Ferralíticos Rojos para transferir minerales como el magnesio y el potasio a los cultivos no está siendo plenamente capitalizado como una herramienta de medicina preventiva. Tal como indica Porrata-Maury (2014), la intervención en los hábitos alimentarios cubanos debe fundamentarse en la biodisponibilidad de los nutrientes locales, garantizando que el alimento actúe como un regulador metabólico natural frente a la inflamación sistémica.

Por consiguiente, el presente trabajo se propone evaluar la densidad nutricional de los cultivos autóctonos como una estrategia sostenible para mitigar el impacto de los trastornos metabólicos. Se plantea que la recuperación de una matriz alimentaria basada en productos de bajo índice glucémico y alta concentración de antioxidantes no es solo una necesidad económica, sino una urgencia bioquímica. Al integrar la salud del ecosistema agrícola con la nutrición clínica, se busca establecer un modelo de resiliencia alimentaria que permita a la sociedad cubana prevenir enfermedades crónicas mediante el consumo consciente de su propia riqueza edafológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión documental y comparativa sobre la densidad de micronutrientes y el índice glucémico de cultivos locales (leguminosas, viandas y frutos) frente a alimentos ultraprocesados. Se analizaron las propiedades edafológicas de los suelos Ferralíticos Rojos y técnicas culinarias para optimizar la biodisponibilidad nutricional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La densidad nutricional no depende de etiquetas, certificaciones ni variedades, sino de la vida activa del suelo y la biodiversidad. La verdadera calidad de un alimento está en su capacidad de nutrir, y solo mediante suelos vivos y manejos conscientes podemos recuperarla.

En esencia, la densidad nutricional es la medida de cuán nutritivo es un alimento en función de su contenido real de nutrientes (minerales, antioxidantes, polifenoles, etc.) en comparación con lo que es posible alcanzar, y esta variación está relacionada con la salud del suelo y las prácticas agrícolas que respetan y potencian la vida biológica del suelo. Aunque tradicionalmente se ha utilizado para comparar alimentos distintos, investigaciones recientes, como las del Bionutrient Food Association (BFA), demuestran que las diferencias más importantes ocurren dentro del mismo alimento.

Una zanahoria puede contener hasta 40 veces más antioxidantes que otra, dependiendo de cómo se haya cultivado y del estado del suelo en el que creció (Bionutrient Food Association 2018). Esta variabilidad no se debe a la genética, al clima ni a la certificación (orgánica, biodinámica o regenerativa), sino a la calidad del suelo, la biodiversidad y las prácticas agrícolas aplicadas.

Aunque Cuba presenta una gran diversidad de suelos, la base agrícola del occidente reside en los suelos Ferralíticos Rojos. Estos se distinguen por su profundidad efectiva y una elevada porosidad, lo que permite que el aire y el agua circulen fácilmente a través de su estructura. Al ser ricos en óxidos de hierro y aluminio, ofrecen una base estable que favorece un desarrollo radicular (crecimiento de raíces) vigoroso. Esta arquitectura del suelo facilita que la planta explore el subsuelo y absorba de manera más eficiente los micronutrientes y minerales esenciales.

1-Densidad de cultivos locales, frente a productos ultraprocesados importados.

La densidad nutricional de los cultivos locales, particularmente de las viandas y legumbres producidas en suelos con alta disponibilidad mineral, reside en su capacidad de concentrar una amplia gama de micronutrientes esenciales —como potasio, magnesio y vitaminas del complejo B— dentro de una matriz alimentaria biológicamente intacta. A diferencia de los productos refinados, estos alimentos integran sus compuestos bioactivos en una red de fibra natural que modula la cinética de absorción de la glucosa, promoviendo una respuesta metabólica estable y favoreciendo la eubiosis de la microbiota intestinal. Esta configuración bioquímica, potenciada por las características físico-químicas de suelos como los ferralíticos rojos que facilitan la translocación de cationes, convierte a las raíces y tubérculos autóctonos en vehículos de alta eficiencia nutricional que no solo aportan energía, sino que actúan como factores preventivos frente a la inflamación sistémica y las enfermedades metabólicas crónicas propias de la transición dietética contemporánea.

1.1 El Potencial de la Matriz Alimentaria Local

Las investigaciones en Cuba (especialmente las relacionadas con el Plan SAN) destacan que las "viandas" (tubérculos y raíces) y legumbres cultivadas en suelos nacionales, como los Ferralíticos Rojos, poseen una densidad de micronutrientes superior a los cereales refinados.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

Densidad de Micronutrientes: Estudios del INHA confirman que cultivos como la malanga (Xanthosoma spp.) y el boniato no solo aportan energía, sino que son fuentes críticas de potasio, magnesio y vitamina B6.

Biodisponibilidad: A diferencia de los productos industriales, los minerales en los cultivos locales se encuentran integrados en una matriz de fibra natural que favorece una absorción gradual y mejora la salud de la microbiota intestinal.

1.2 El Impacto de los Alimentos Ultraprocesados (AUP) Importados

La evidencia científica como el estudio de Albornoz Pinedo (2024) señala que los AUP presentan un perfil de nutrientes desfavorable.

Nutrientes Críticos: Se observa un exceso sistemático de sodio, azúcares añadidos y grasas trans. En Cuba, el aumento del consumo de refrescos y snacks industriales se ha vinculado directamente con el incremento del sobrepeso (37% en mujeres y 32% en hombres, según datos de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2022).

Densidad Energética vs. Nutricional: Mientras que 100g de frijoles negros locales aportan proteínas y fibra significativas, 100g de un producto ultraprocesado importado (como galletas o cereales azucarados) pueden duplicar las calorías sin aportar vitaminas esenciales, generando lo que se conoce como "hambre oculta" (exceso de peso con deficiencia de micronutrientes).

Aunque la papa y el frijol son superiores nutricionalmente, sus precios actuales (rondando los 450-500 pesos la libra según reportes recientes) dificultan el acceso frente a opciones importadas que, aunque menos sanas, a veces se presentan en formatos más "asequibles" o duraderos. Sin embargo, desde el punto de vista de la salud metabólica, la inversión en el producto local siempre ganará por su capacidad de prevenir enfermedades a largo plazo.

Tabla 1: Comparativa técnica de composición

INDICADOR	CULTIVOS LOCALES (VIANDAS/LEGUMBRES)	ULTRAPROCESADOS IMPORTADOS
Fibra dietética	Alta (prebiótica)	Mínima o inexistente
Índice glucémico	Moderado-bajo (cocción tradicional)	Muy elevado
Densidad de sodio	Naturalmente baja	Muy alta (conservantes)
Procesamiento	Mínimo (mantiene integridad química.	Alto (extrusión, refinamiento)

Fuente: Elaboración Propia

La literatura actual en Cuba Jiménez Acosta (2024) sugiere que la productividad de los suelos Ferralíticos Rojos en el occidente no es solo una cuestión de volumen agrícola, sino una estrategia de salud pública. Sustituir cultivos de alta densidad nutricional por productos importados de alta densidad energética es el principal motor de las enfermedades metabólicas en la isla.

2-Estrategias de Conservación de la Densidad Nutricional

La superioridad biológica de estos alimentos puede verse comprometida por técnicas culinarias inadecuadas. Para preservar su densidad, se proponen las siguientes intervenciones técnicas:

-Preservación de la Matriz Térmica: La cocción de viandas (papa, boniato) debe realizarse con cáscara. La piel funciona como una membrana osmótica que reduce la pérdida de potasio y magnesio por lixiviación hacia el agua de cocción, además de conservar la integridad de la fibra.

-Gestión de Antinutrientes: En el caso de los frijoles, es mandatorio un remojo prolongado (12-24h) con descarte de agua. Este proceso hidroliza los fitatos, compuestos que secuestran minerales, aumentando así la biodisponibilidad del magnesio y el hierro.
-Conversión a Almidón Resistente: Al someter a la yuca o la papa a un proceso de cocción y posterior enfriamiento prolongado (retrogradación), parte de sus almidones se transforman en almidón resistente. Este componente no se digiere en el intestino delgado, funcionando como fibra prebiótica que mejora la respuesta glucémica y nutre la microbiota colónica.

Cocción al Vapor y Reutilización de Caldos: Minimizar el volumen de agua de cocción previene la pérdida de micronutrientes hidrosolubles. En caso de hervir, el agua resultante debe ser integrada en otras preparaciones para recuperar los minerales liberados.

3-Estrategia Sostenible para la Prevención de Enfermedades Metabólicas en Mayabeque

Una estrategia es sostenible cuando aprovecha lo que tenemos a mano para generar salud sin agotar los recursos. No se trata solo de comer, sino de usar la farmacia natural que crece en nuestros suelos ferralíticos para blindar el organismo.

3.1 El Valor Preventivo de Nuestros Productos Locales

Cada cultivo de Mayabeque tiene una función específica en la prevención de las enfermedades que hoy más afectan a la población (Diabetes, Hipertensión y Obesidad).

3.1.1 Frijol (Negro y Colorado): El Guardián del Páncreas

- ✓ Impacto: Prevención de la Diabetes Tipo 2.
- ✓ Explicación técnica: El frijol es rico en fibra y proteína vegetal. Esto crea una digestión lenta que evita los "picos" de azúcar. Al no haber subidas bruscas de glucosa, el páncreas no se agota produciendo insulina en exceso. Es una estrategia sostenible porque el frijol es el sustituto natural y superior de las carnes procesadas.

3.1.2 Viandas (Papa, Boniato y Plátano): El Escudo Cardiovascular

- ✓ Impacto: Prevención de la Hipertensión Arterial.
- ✓ Explicación técnica: Estos productos son líderes en Potasio. El potasio ayuda al cuerpo a eliminar el exceso de sodio (sal) por la orina y relaja las arterias. Consumir estas viandas locales es la forma más directa de mantener la presión bajo control sin depender de fármacos químicos.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

3.1.3Yuca y Boniato: Reguladores de la Inflamación

- ✓ Impacto: Prevención de la Obesidad y el Síndrome Metabólico.
- ✓ Explicación técnica: El boniato aporta betacarotenos que reducen la inflamación de las células. Por otro lado, la yuca (si se cocina y se deja enfriar) genera almidón resistente. Este tipo de almidón no se absorbe como grasa, sino que viaja al colon para alimentar las bacterias buenas (microbiota), mejorando el metabolismo general.

3.1.4 Tomate y Maíz: Protectores Celulares

- ✓ Impacto: Prevención del Daño Oxidativo y Enfermedades del Corazón.
- ✓ Explicación técnica: El tomate aporta licopeno y el maíz aporta luteína. Estos son antioxidantes que "limpian" las arterias y protegen las células del envejecimiento prematuro. Un metabolismo limpio es un metabolismo que no desarrolla enfermedades crónicas.

La biodisponibilidad local se basa en la relación directa entre la calidad del suelo y la frescura del producto. Los suelos de Mayabeque, al ser altamente fértiles, transfieren una mayor carga mineral a los cultivos. Al consumirse de forma local y estacional, se evita la degradación de nutrientes que ocurre en los largos periodos de transporte y almacenamiento. Esto garantiza que el organismo reciba micronutrientes en su forma química más activa y fácil de asimilar, potenciando así su efecto protector contra enfermedades.

CONCLUSIONES

Se confirma que los cultivos locales de Mayabeque, cultivados en suelos Ferralíticos Rojos, poseen una densidad de micronutrientes superior que favorece la respuesta insulínica y reduce la inflamación sistémica. La investigación demuestra que sustituir alimentos ultraprocesados por esta matriz alimentaria autóctona constituye una estrategia soberana y económicamente viable. Este enfoque aporta un modelo de medicina preventiva basado en la bioquímica del alimento, esencial para mitigar la prevalencia de enfermedades metabólicas en la sociedad cubana actual.

BIBLIOGRAFÍA

Albornoz Pinedo, A. M. 2024. Estudio comparativo de la calidad nutricional de alimentos ultraprocesados según dos modelos de perfiles de nutrientes. Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria, Vol 44, Núm 2.

Bionutrient Food Association. 2018. Bionutrient Food Association. Obtenido de https://www.bionutrient.org/

Jiménez Acosta, S. e. 2024. Suplemento sobre la situación alimentaria y nutricional en Cuba. Suplemento sobre la situación alimenRevista Cubana de Alimentación y Nutrición, 34*(2). https://revalnutricion.sld.cu/, Vol. 34, Núm. 2.

Jiménez-Acosta, S., Rodríguez-Suárez, A., & Díaz-Sanchez, M. 2020. Situación alimentaria y nutricional en Cuba. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, 162-181.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022. Perfiles nutricionales por países: Cuba. Roma: FAO.

Porrata-Maury, C. 2014. Biodisponibilidad de los nutrientes en la dieta cubana. La Habana: Editorial Ciencias Médicas.

FACTORES LIMITANTES PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS CULTIVOS, QUE AFECTAN NEGATIVAMENTE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

LIMITING FACTORS FOR CROP GROWTH AND DEVELOPMENT, WHICH NEGATIVELY AFFECT AGRICULTURAL PRODUCTION.

Liliet Herrera Pérez[*1], Candy Luis Prieto Hernández[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.*
[2]*Universidad de Matanzas, Cuba.*
**Autor para correspondencia:lilietherrera360@gmail.com*

RESUMEN

En la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 6to Congreso del municipio de Colón, se llevó a cabo un análisis detallado de diversos indicadores agronómicos que revelaron un problema significativo de compactación en los suelos de la entidad. Este estudio se realizó con el objetivo de comprender las causas y efectos de la compactación, que limita el crecimiento y desarrollo de los cultivos, afectando directamente la producción agrícola de la región. A través de la investigación, se descubrió que la compactación del suelo no solo reduce la aireación y la retención de agua, sino que también impide el adecuado desarrollo radicular de las plantas, lo que compromete los rendimientos de las cosechas. Como resultado de este análisis, se proponen varias recomendaciones iniciales para mitigar el problema. Entre estas medidas, se incluyen evitar o controlar las prácticas que causan la compactación, como el uso excesivo de maquinaria pesada; establecer cultivos que posean sistemas radiculares capaces de adaptarse a las condiciones del suelo compactado; y realizar labores de labranza profundas para mejorar la estructura del suelo. Estas estrategias buscan restaurar la salud del suelo y promover un entorno más favorable para el crecimiento de los cultivos, contribuyendo así a mejorar la producción agrícola en la cooperativa.

Palabras clave: compactación, suelo, degradación de los suelos, agricultura, manejo.

ABSTRACT

In the Cooperative of Agricultural Production 6th Congress of the Municipality of Colón, a detailed analysis of various agronomic indicators was conducted, revealing a significant problem of soil compaction in the area. This study aimed to understand the causes and effects of compaction, which limits the growth and development of crops, directly affecting agricultural production in the region. Through the research, it was discovered that soil compaction not only reduces aeration and water retention but also hinders the proper root development of plants, compromising crop yields. As a result of this analysis, several initial recommendations were proposed to mitigate the problem. These measures include avoiding or controlling practices that cause compaction, such as excessive use of heavy machinery; establishing crops with root systems capable of adapting to compacted soil conditions; and performing deep tillage to improve soil structure. These strategies aim to restore soil health and promote a more favorable environment for crop growth, thereby contributing to improved agricultural production in the cooperative.

Key words: compaction, soil, soil degradation, agriculture, management.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural indispensable para la vida por ello es necesario realizar una gestión eficiente del mismo que garantice la producción de alimentos de forma sostenible sin comprometer su estabilidad, formado por una mezcla de materia orgánica, minerales y nutrientes, que se encuentra en constante evolución y posibilita la vida de organismos vegetales, microorganismos y seres humanos; su fertilidad, se encuentra determinada por sus propiedades físicas, químicas y biológicas; y constituye la característica principal que contribuye al crecimiento de los cultivos y animales; y principal indicador de la calidad del recurso natural (González-Pérez *et al.*, 2023).

En este sentido, la calidad y salud de los suelos intervienen significativamente en la productividad de la agricultura. Además, la presión demográfica y el uso de prácticas de manejo del suelo inadecuadas conllevan a su degradación física, química, biológica y ecológica, generando una disminución en su calidad y en su productividad (Quispe *et al.*, 2021). La compactación es un fenómeno que incide en la degradación de los suelos a nivel mundial, la cual ocasiona pérdidas del rendimiento en los cultivos de interés económico (Ramírez *et al.*, 2023). En la actualidad la compactación es considerada un problema medioambiental muy grave causado principalmente por las prácticas tecnológicas en la agricultura convencional, el efecto de la dureza del suelo en la raíz daña el crecimiento de esta en la mayoría de las especies de plantas y reduce su crecimiento al 50% (García-Rodríguez, 2020).

En el contexto de la Cooperativa de Producción Agropecuaria 6to Congreso del municipio de Colón, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de diversos indicadores agronómicos que revelaron un problema significativo de compactación en los suelos de la entidad. Esta compactación se ha convertido en un factor limitante para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, lo que a su vez impacta negativamente en la producción agrícola de la cooperativa.

Objetivo: Analizar las causas y efectos de la compactación, que limita el crecimiento y desarrollo de los cultivos, afectando directamente la producción agrícola de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La unidad CPA 6to Congreso se encuentra ubicada en el Reparto Libertad, municipio Colón, provincia Matanzas, Cuba.

Fundada el 13 de agosto de 1985. Dedicada a la producción de cultivos varios en su totalidad con una extensión total de 84 ha, donde los principales cultivos objeto de producción son el frijol y el maíz, cultivándose además otros cultivos como el boniato, malanga, yuca, sorgo, entre otros; antiguamente contando con producción de carne y leche por parte del ganado vacuno con el que se contaba en la entidad.

Características de la unidad: La entidad cuenta con un total de 90 trabajadores de ellos, 62 vinculados directamente a la producción. Dentro de su plantilla podemos encontrar desde personal obrero calificado, técnicos, licenciados e ingenieros, los cuales cumplen con la labor que exige la sustentación de una seguridad alimentaria.

Los suelos presentes son ferralíticos rojos, el cual presenta las siguientes características: de género Caliza Dura y subtipo Típico, con textura de Arcilla Caolinítica, saturado, medianamente humificado, muy profundo con una profundidad efectiva de 134 cm. Este es un suelo que no presenta gravas, piedras, rocas ni elevación, y su pendiente es casi llana; además no presenta salinidad, gleyzación, lavado ni erosión.

El clima en esta región es tropical húmedo con dos estaciones principales: una estación seca de noviembre a abril y una lluviosa de mayo a octubre. Durante la estación lluviosa, pueden ocurrir huracanes y tormentas tropicales, lo que provocaría una afectación a los cultivos debido a los fuertes vientos, lo cual ayuda el que tienen cortinas rompe vientos de árboles maderables bordeando las áreas cultivables de la cooperativa.

En cuanto a la maquinaria agrícola se reportan un total de 8 tractores YUMZ y 1 MTZ -80. De los tractores YUMZ encontramos 4 para uso universal, 1 es un especial (de pala) y los otros 3 juntos al MTZ-80 se encuentran dispuestos a propuesta baja (materia prima). Los tractores YUMZ se encuentran en un estado técnico de regular a malo debido a su antigüedad ya que pertenecen a los años 1972, 1974, 1980, 1984 y 1986. Mientras que el YUMZ es bastante nuevo con un estado técnico bueno. Los tractores son de potencia media. Además, se conoce que cuentan con:

- ✓ 3 Arados ADI-3
- ✓ 3 Tiller
- ✓ 2 Cosechadoras de papa
- ✓ 1 Chapeadora
- ✓ 1 Fumigadora de arrastre
- ✓ 1 Saneador
- ✓ 1 Rotocultivador (Rotobator)
- ✓ 3 Vagones

Procedimiento experimental:

Procedimientos técnicos y metodológicos empleados en la detección de los indicadores limitantes.

La metodología de diagnóstico que se desarrolló para detectar los problemas profesionales de manejo del agroecosistema de la cooperativa estudiada, aparece en la guía de la actividad práctica de campo de la asignatura optativa: Evaluación de Sistemas de Producción Agropecuaria, correspondiente a la carrera de Ingeniería Agrónoma, plan E, la cual en resumen comprendió las siguientes acciones:

- ✓ Buscar información sobre las condiciones productivas, ambientales, económicas y administrativas de la entidad productiva.
- ✓ Realizar el recorrido y diagnóstico de campo.
- ✓ Establecer cuáles son los posibles indicadores de deficiencias o limitantes productivas en el manejo del sistema agropecuario, detectados durante el recorrido de campo.
- ✓ Determinar cuáles son las metodologías o procedimientos complementarios a emplear en la detección y confirmación de la presencia de indicadores de deficiencias o limitantes productivas, aplicando las mismas.
- ✓ Evaluar los resultados de los estudios o determinaciones realizadas, las posibles causas de la incidencia de los indicadores confirmados, valorando si resultan críticos o preocupantes en la actualidad.
- ✓ Establecer cuáles serán los problemas profesionales del ingeniero agrónomo con los cuales se relaciona el diagnóstico efectuado.
- ✓ Recomendar las prácticas agronómicas más adecuadas a implementar, sobre bases agroecológicas, en el control o solución de cada uno de los problemas profesionales detectados.

Se efectuaron mediciones y evaluaciones de campo previstas en la guía sobre Manejo de suelos y agua, fitotecnia, sanidad vegetal, zootecnia, mecanización y gestión económica, realizada en los tres campos de cultivo en rotación. En un principio estuvimos acompañados por el productor, cuyo criterio contribuyó a las valoraciones que se realizaron, a partir de las preguntas e indagaciones que se emitieron.

Los indicadores evaluados de deficiencias o limitantes productivas en el manejo del sistema agropecuario acorde a la guía de la práctica laboral se relacionan a continuación:

- ✓ Relativos al manejo de los suelos y el agua:

- Uso actual o tradicional no acorde a la aptitud del suelo.
- Estructura compactada o formación de pisos de arado.
- Pérdida de fertilidad.
- Incremento del mal drenaje superficial y/o interno y la posible susceptibilidad a la inundación.

- ✓ Relativos a la Sanidad Vegetal:

- Presencia de poblaciones de insectos plagas (plaga clave), en uno de los campos seleccionados.
- Baja presencia de poblaciones de enemigos naturales.

- ✓ Relativo a la Fitotecnia (general y especial):

-Existencia de un mal manejo de la siembra o plantación.
-Existen tierras ociosas que disminuyen el aprovechamiento de los suelos.
-Existencia de un mal manejo de las especies frutales.

Todo con el objetivo de diagnosticar los problemas profesionales presentes en el sistema de producción agropecuario a partir de la evaluación integrada de los indicadores anteriormente descritos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Problemas profesionales detectados en el diagnóstico

- ✓ Problemas de manejo que facilitan la degradación física, química y biológica del suelo.

Los suelos arcillosos tienden a sufrir un alto grado de compactación debido al uso intensificado de métodos estáticos en los sistemas productivos; por ende la compactación es uno de los primeros procesos de degradación, debido al colapso de las propiedades físicas del suelo como la densidad, espacio poroso y estructura, provocando que la planta disminuya su crecimiento radicular y por ende la posibilidad de obtener más nutrientes, agua y aire; además el suelo exhibe escorrentía superficial, endurecimiento y mala aireación (Jiménez Caballero, 2024).

La compactación de los suelos es causada por una variedad de factores que son necesarios evitar para disminuir las pérdidas por suelos compactados. Según Jiménez Caballero (2024) en su trabajo de titulación nos comenta que existen factores que provocan la compactación de los suelos arcillosos tomando como referencia lo siguiente:

- Las gotas de lluvia o riego que caen sobre una superficie de suelo desnuda y sin vegetación son lo suficientemente fuertes como para romper y desintegrar los agregados del suelo en la superficie; esta descomposición provoca la dispersión de partículas finas que atravesarán la superficie del suelo y llenarán los poros, provocando la formación de costras o compactación en la superficie; se trata de una capa fina y densa de unos pocos milímetros de espesor, formada debido a la reordenación de partículas; los más grandes se depositan primero, los más pequeños se depositan últimos, formando así el característico manto cerrado; esta situación se agrava después de fuertes lluvias y suelos recientemente arados, lo que provoca importantes alteraciones en la estructura y los agregados, que son los más susceptibles a la degradación por las gotas de lluvia.

- ✓ El ganado que camina directamente sobre pastizales ejerce inevitablemente la presión sobre el suelo, rompiendo los agregados y afectando así a su estructura; esto afecta el estado de compactación del primer centímetro del suelo, lo que se relaciona con la pérdida de macroporosidad.
- ✓ Cuando el contenido de humedad del suelo es superior al óptimo para la agricultura, la labranza favorece la compactación bajo la influencia de la maquinaria agrícola y la potencia de las ruedas de agregados; además, el tráfico húmedo durante la cosecha y la falta de rotación de cultivos provocaron la compactación de la superficie y el suelo de un gran número de campos, amenazando su productividad.
- ✓ La compactación del suelo también puede ocurrir debido al paso de maquinaria pesada como cosechadoras y cargadoras, especialmente en condiciones húmedas; asimismo, la formación de un lecho de arado denso que se forma debajo de la profundidad de arado del suelo proporciona una superficie lisa y crea agujeros densos debido al efecto de fricción e inclinación del arado. La presencia de agua subterránea cerca de la superficie agrava el problema de la compactación, ya que todos los trabajos se realizan con un exceso de humedad, lo que contribuye a la degradación de la estructura.

CONCLUSIONES

Las deficiencias en el uso y manejo del suelo son un factor determinante en la baja productividad de los cultivos. Se detectaron problemas como la compactación del suelo, el uso inadecuado de insumos, y la falta de prácticas de conservación que han llevado a la degradación del recurso edáfico. Estos factores se traducen en una reducción de la capacidad productiva del suelo, limitando el desarrollo adecuado de los cultivos y, por ende, la rentabilidad del sistema agropecuario. Se identificaron los problemas profesionales que limitan la productividad del sistema. La falta de capacitación y actualización de los productores en técnicas de manejo sostenible del suelo, así como la escasa aplicación de prácticas agronómicas innovadoras, se evidencian como barreras significativas para la mejora del rendimiento agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

García Rodríguez, E. 2020. Tránsito y efecto de la compactación de tractores agrícolas en el cultivo del maíz. Universidad Autónoma del estado de México.

González-Pérez, Y., Álvarez-Marqués, J. L., Rodríguez-Jiménez, S. L., Liriano-González, R., Ortiz-Del Toro, L. W. y Pintado-Álvarez, I. M. J. R. I. A. 2023. Propuesta de prácticas para el manejo sostenible de los suelos en la finca La Gabriela, 13(2), 29-35.

Jiménez Caballero, E. M. 2024. Efectos de la compactación de los suelos arcillosos en el desarrollo y producción del cultivo de palma aceitera Elaeis guineensis Jacq. Babahoyo: UTB.

Quispe, S. S., Mendoza Dávalos, K., Sangay-Tucto, S. y Cosme de la Cruz, R. C. J. S. A. 2021. Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (Zea mays L.), 12(3), 329-36.

Ramírez, R. M., Ruiz, I. G., Rodríguez, M. S. M. Y Domínguez, R. G. J. I. A. 2023. Efecto del tráfico en suelos Ferralíticos de dos tecnologías de cosecha de caña de azúcar, 13(1).

INTERJOVEN

FORTALECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE GIRASOL, MANÍ Y AJONJOLÍ: CONTRIBUCIÓN LOCAL DE ALIMENTOS HUMANO Y ANIMAL

STRENGTHENING SUNFLOWER, PEANUT AND SESAME PRODUCTION: LOCAL CONTRIBUTION TO HUMAN AND ANIMAL FOOD

Yuvan Contino-Esquijerosa[1*], Saray Sánchez-Cárdenas[1],
Luis Alberto Hernández-Olivera[1], José Antonio Fresneda-Buides[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.*

[2]*Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), Cuba.*

**Autor para correspondencia: yuvan.contino@gmail.com*

RESUMEN

La producción local de alimentos para las especies animales y humana es un reto en la actualidad. Ambas poblaciones, crecen aceleradamente y precisan de cubrir las demandas de proteína y energía en sus requerimientos. Se necesita una disminución de los gastos por las actividades físicas extras concebidas por tal motivo es clave diseñar sistemas sostenibles, resilientes con mitigación y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe, y a nivel Mundial. Las fincas campesinas son importantes escenarios productivos para lograr los volúmenes productivos de plantas oleaginosas tales como: el girasol, maní y el ajonjolí. El trabajo se realizó con el objetivo de mostrar los avances en el fortalecimiento de la producción de oleaginosas y su contribución a la producción de alimentos animal y humano en los municipios de Martí, Perico y Cárdenas en Matanzas resultante de la intervención del Proyecto nacional (PN131LH001, del Programa Nacional de Producción de Alimentos y su Agroindustria). Se alcanzó la siembra y cosecha del maní (*VC-504* y *Cascajal rosado)*, del girasol (*Cubasol-113 y Caburé-15), y del ajonjolí (Acarigua blanco)* en varias fincas campesinas de los tres municipios y en la Estación Experimental Indio Hatuey con el estudio del efecto del IHPLUS@BF y otros bioproductos (Abono maduro y Caldo sulfocálcico) en su germinación, establecimiento y producción en campo. Se empleó la sinergia con el Proyecto internacional Modelos Agroecológicos Sostenibles (MAS) de FAO-Cuba, ejecutado por el INIFAT mediante la Feria de Biodiversidad con el intercambio de semillas. Se defendió una tesis de Diploma optante a Ingeniero Agrónomo y se desarrollaron cinco Talleres municipales. Se concluye que el método para el tratamiento de las semillas a partir del Caldo sulfocálcico al 1 % por 5 min permitió la desinfección de semillas infectadas con patógenos con importante poder germinativo de estas. El empleo de bioproductos contribuye a la mejor germinación, establecimiento en campo y rendimiento productivo.

Palabras clave: producción, proteínas, energías, oleaginosas

ABSTRACT

Local food production for both animal and human consumption is a current challenge. Both populations are growing rapidly and need to meet their protein and energy requirements. Reducing the expenditure of resources due to the extra physical activity involved is crucial; therefore, designing sustainable and resilient systems with climate change mitigation and adaptation strategies is key in the Latin America and Caribbean region and globally. Small farms are important production sites for achieving the necessary yields of oilseed crops such as sunflower, peanut, and sesame. This study aimed to demonstrate the progress made in strengthening oilseed production and its contribution to animal and human food production in the municipalities of Martí, Perico, and Cárdenas in Matanzas, resulting from the intervention of the National Project (PN131LH001, of the National Food Production and Agro-industry Program). The planting and harvesting of peanuts (VC-504 and Cascajal Rosado), sunflowers (Cubasol-113 and Caburé-15), and sesame (Acarigua Blanco) was achieved on several small farms in the three municipalities and at the Indio Hatuey Experimental Station. The study examined the effect of IHPLUS@BF and other bioproducts (mature compost and lime-sulfur solution) on their germination, establishment, and field production. Synergy was fostered with the FAO-Cuba International Sustainable Agroecological Models (MAS) Project, implemented by INIFAT through the Biodiversity Fair, which facilitated seed exchange. A thesis was defended for the Agronomy Engineering Diploma, and five municipal workshops were conducted. It was concluded that the seed treatment method using 1% lime-sulfur solution for 5 minutes effectively disinfected seeds infected with pathogens, resulting in seeds with significant germination capacity. The use of bioproducts contributes to improved germination, field establishment, and yield.

Key words: production, proteins, energy, oilseeds

INTERJOVEN

SELECCIÓN DE ACCESIONES DE TOMATE TOLERANTES AL ESTRÉS HÍDRICO BASADO EN PRUEBAS DE EFLUJO DE IONES

SELECTION OF WÁTER STRESS TOLERANT TOMATO ACCESSIONS BASED ON ION EFFLUX ASSAYS

Claudia Cecilia Ruiz Domínguez*, Marilyn Florido Bacallao

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

**Autor para correspondencia: cruiz@inca.edu.cu*

RESUMEN

El estrés por déficit hídrico reduce el rendimiento y la productividad en tomate. El propósito de este estudio fue evaluar la tolerancia al estrés hídrico en 22 genotipos de tres especies de tomate e identificar accesiones tolerantes para su empleo y uso en programas de mejoramiento genético. Para ello, se midió el eflujo de sustancias que absorben radiación UV, en discos de hojas de plántulas de tomate de 21 días tratadas con PEG-6000 a 0 y 2 mPa. La respuesta del comportamiento en los genotipos fue diferenciada frente al estrés hídrico simulado con PEG-6000. Los genotipos pertenecientes a *S. pimpinellifollium* y *S. lycopersicum* variedad *cerasiforme* presentaron menores eflujos de fenoles en condiciones de déficit hídrico. Se identificaron genotipos que pueden ser seleccionados y utilizados para incrementar la tolerancia al estrés hídrico en el cultivo y formar parte del programa de mejoramiento de esta especie.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., *S. pimpinellifollium* L., sequía, estrés abiótico.

ABSTRACT

Drought stress reduces the yield and production of tomato. The purpose of this study was to evaluate the tolerance to water stress in 22 genotypes of three tomato species and to identify tolerant accessions for use in breeding programmers. For this objective, the efflux of UV-absorbing substances was measured in leaf discs of 21-day-old tomato seedlings treated with PEG-6000 at 0 and 2 mPa. The results showed a differentiated response in the behavior of the accessions to water stress simulated with PEG-6000. The *S. pimpinellifollium* and *S. lycopersicum* variety cerasiforme genotypes showed lower phenols efflux under drought stress conditions. These genotypes can be used to increase tomato drought stress tolerance, and include in plant breeding programmers.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., drought, abiotic stress.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies más importantes del género *Solanum* debido a su papel en la alimentación mundial. No obstante, su rendimiento se ve afectado por condiciones ambientales adversas especialmente el estrés hídrico y las temperaturas extremas. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la tolerancia al estrés hídrico en tejido foliar de 22 accesiones de tomate mediante la determinación del eflujo relativo de sustancias que absorben radiación UV.

El estrés hídrico genera alteraciones fisiológicas y metabólicas en las plantas, como cambios en la transpiración, fotosíntesis, apertura estomática y metabolismo antioxidante, afectando su crecimiento y productividad. A nivel celular, las membranas son particularmente sensibles, y su estabilidad se utiliza como indicador del daño por estrés. Por ello, este trabajo se propone evaluar la tolerancia al estrés hídrico a través del análisis del eflujo de compuestos absorbentes de radiación UV, como una medida de la integridad celular.

Para simular el déficit hídrico en condiciones controladas, se emplea el polietilenglicol (PEG), un agente osmótico que reduce el potencial hídrico sin penetrar en las células, generando efectos similares ala sequía. En función de esta metodología, el objetivo del estudio es identificar accesiones de tomate con mayor tolerancia al estrés hídrico, que puedan ser utilizadas en programas de mejoramiento genético.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar el eflujo de iones que absorben en la radiación UV, se colectaron 15 discos al azar de aproximadamente 90 mm de diámetro, de la segunda hoja verdadera de plántulas de 21 días para 22 accesiones de tomate; se realizaron cuatro réplicas por tratamiento (Tabla 1). El tejido vegetal se colocó en viales de 10 mL, se lavaron tres veces con agua destilada para eliminar los iones externos que pudieran ser liberados después del corte. Enseguida, se sumergieron en 2 mL de agua destilada (tratamiento control) y 2 mL de solución de PEG 6000 a 2 mPa (tratamiento de estrés), y se dejaron reposar en total oscuridad a 25 °C durante toda una noche. Posteriormente, se midió la densidad óptica a 280 nM con un espectrofotómetro Genesys 10. El eflujo de fenoles se calculó con la fórmula siguiente (Redmann *et al*., 1986):

$$EF\ (\%) = (DO\ estrés \times 100)/(DO\ control)$$

Donde:

EF: Eflujo de fenoles

DO estrés: valores de densidad óptica de los tratamientos de estrés

DO control: valores de densidad óptica de los tratamientos control

Tabla 1. Accesiones utilizadas en el estudio y su origen

Accesión	Especie	Origen
Amalia	*S. lycopersum* L.	Cuba
AN-104-1	*S. lycopersum* L.	España
Campbell-28	*S. lycopersum* L.	USA
CL-1131-00-7-2-0-9	*S. lycopersum* L.	Taiwan
Claudia	*S. lycopersum* L.	Cuba
CO-7040	*S. lycopersum* L.	Cuba
Lignom	*S. lycopersum* L.	Cuba
Mara	*S. lycopersum* L.	Cuba
Mariela	*S. lycopersum* L.	Cuba
Mayle	*S. lycopersum* L.	Cuba
Mecy	*S. lycopersum* L.	Cuba
Rilia	*S. lycopersum* L.	Cuba
Roma	*S. lycopersum* L.	Italia
Santa Clara	*S. lycopersum* L.	USA
Yaily	*S. lycopersum* L.	Cuba
Nagcarlang	*S. lycopersum* L. *var. Cerasiforme*	Filipinas
LA-2807	*S. lycopersum* L. *var. Cerasiforme*	Bolivia
LA-2871	*S. lycopersum* L. *var. Cerasiforme*	Bolivia
P-531	*S. lycopersum* L. *var. Cerasiforme*	Cuba
Ciapan 31-5	*S. pimpinellifollium* L.	México
Mex-121-A	*S. pimpinellifollium* L.	México
Rojo Veracruz	*S. pimpinellifollium* L.	México

El experimento se realizó por duplicado. Los datos fueron procesados por ANOVA de clasificación simple, modelo efectos fijos y se compararon las medias por la prueba de Rangos Múltiples de Duncan para un 5 % de significación estadística. El análisis se efectuó mediante el paquete estadístico SPSS versión 22.0, para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos del eflujo de iones de los 22 genotipos en estudio se muestran en la Tabla 2, se encontraron diferencias altamente significativas para este carácter, con un rango entre 14,60 a 43,18 % de eflujo. Las accesiones Ciapán 31-5 y Mex-121-A de *S. pimpinellifollium* fueron las de menores eflujos de iones, sin diferencias significativas con LA-2807 y P-531, accesiones pertenecientes a la forma silvestre de la especie cultivada. Los cultivares Mayle, Mercy y Yaily no mostraron diferencias con el genotipo Santa Clara.

Tabla 2. Eflujo de iones (%) en genotipos de tomate

Accesión	Eflujo de iones (%)
Amalia	27,92 cd
AN-104-1	35,69 ef
Campbell-28	33,49 de
CL-1131-00-7-2-0-9	30,74 cde
Claudia	37,27 ef
CO-7040	36,18 ef
Lignom	33,05 de
Mara	29,96 cd
Mariela	32,33 cde
Mayle	43,18 gh
Mecy	40,25 gh
Rilia	30,67 cde
Roma	35,18 def
Santa Clara	39,13 efg
Yaily	42,87 gh
Nagcarlang	24,68 c
LA-2807	16,74 ab
LA-2871	21,47 bc
P-531	17,76 ab
Ciapan 31-5	15,01 a
Mex-121-A	14,60 a
Rojo Veracruz	20,35 b
B	29,92

Para cada genotipo letras diferentes indican diferencias significativas ($p< 0.05$)

Es de destacar que, el eflujo de iones, calculado sobre la base de los compuestos que absorben a 280 nm, es un método útil para determinar daño celular en condiciones de estrés hídrico simulado con PEG. Este método es relativamente simple, rápido y no hay fuga de electrolitos por medición de la estabilidad de la membrana (Redmann *et al*., 1986). Las diferencias encontradas entre los diferentes genotipos sugieren que esta puede utilizarse como prueba cuantitativa para determinar el efecto del déficit hídrico en tejido foliar en el tomate.

Al respecto, la mayoría de las investigaciones basan la selección para detectar genotipos tolerantes a estreses abióticos, incluido el déficit hídrico en el rendimiento del cultivo y su estabilidad en condiciones de estrés. Sin embargo, este tipo de selección que se realiza mediante pruebas en múltiples localizaciones o en diferentes años presenta baja heredabilidad (Jiang *et al.*, 2019; Krishna *et al*,. 2022; Villalobos-López *et al.*, 2022). Además, el tamizaje de la tolerancia en condiciones de campo requiere considerables recursos y condiciones ambientales precisos que puedan utilizarse para distinguir genotipos tolerantes. De ahí que con frecuencia se utilizan pruebas rápidas y menos costosas. La estabilidad de la membrana celular (CMS) es una de las más utilizadas para seleccionar genotipos tolerantes (ElBasyoni *et al*., 2017; Nijabat *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

Se evidenció variabilidad en la respuesta al estrés hídrico entre genotipos donde *S. pimpinellifollium* y *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* mostraron menor eflujo bajo estrés lo que confirma la influencia de las condiciones ambientales en la estabilidad celular, la utilidad del PEG-6000 y de la metodología empleada para la selección temprana de materiales tolerantes. Las accesiones Mex-121A, Ciapán 31-5, LA-2807 y P-531 destacaron por su menor daño celular, lo que resalta la importancia de considerar estos factores en la adaptación del cultivo a ambientes limitantes.

BIBLIOGRAFÍA

ElBasyoni I, Saadalla M, Bockelman H, Morsy S. 2017. Cell membrane stability and association mapping for drought and heat tolerance in a worldwide wheat collection. Sustainability 9(9):1606-1621. https://doi.org/10.3390/su9091606

Jiang X, Zhao Y, Tong L, Wang R, Zhao S. 2019. Quantitative analysis of tomato yield and comprehensive fruit quality in response to deficit irrigation at different growth stages. HortScience 54(8):1409-1417. https://doi.org/10.21273/HORTSCI14180-19

Krishna R, Ansari WA, Soumia PS, Yadav A, Jaiswal DK, Kumar S, Singh AK, Singh M, Verma JP. 2022. Biotechnological interventions in tomato (Solanum lycopersicum) for drought stress tolerance: achievements and future prospects. BioTech 11(4):48. https://doi.org/10.3390/biotech11040048

Nijabat A, Bolton A, Mahmood-ur-Rehm an M, Shah AI, Hussain R, Naveed RH, Ali A, Simon P. 2020. Cell membrane stability and relative cell injury in response to heat stress during early and late seedling stages of diverse carrot (Daucus Carota L.) germplasm. HortScience 55(9):1446-1452. https://doi.org/10.21273/HORTSCI15058-20

Redmann RE, Haraldson J, Gusta LV.1986. Leakage of UV-absorbing substances as a measure of salt injury in leaf tissue of woody species. Physiologia Plantarum 67:87-91. https://doi.org/10.1111/j.1399-3954.1986.tb01267.x

Villalobos-López MA, Arroyo-Becerra A, Quintero-Jiménez A, Iturriaga G. 2022. Biotechnological advances to improve abiotic stress tolerance in crops. International Journal of Molecular Sciences 23(19):12053. https://doi.org/10.3390/ijms231912053

ESTIMACIÓN DE RENDIMIENTO DEL MAÍZ P-7928 CON ECOMIC® MEDIANTE EL MODELO DSSAT

YIELD ESTIMATION OF P-7928 MAIZE WITH ECOMIC® USING THE DSSAT MODEL

Lesther David González Rodríguez*, Daniel Fernandez Sotolongo

[1]*Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.*

**Autor para correspondencia: lesthergonzalezrodiguez023@gmail.com*

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer alternativas de manejo para el cultivar de maíz P-7928 mediante simulaciones con el modelo DSSAT. Se evaluó el desarrollo y rendimiento del cultivo con y sin la aplicación del biofertilizante EcoMic® en condiciones climáticas de Mayabeque. Los experimentos, realizados en la finca "El Mulato", permitieron obtener nuevos coeficientes genéticos para el modelo, logrando una calibración precisa con un error porcentual (RMSEn) inferior al 5%. Los resultados demostraron que el uso de EcoMic® incrementa significativamente la masa de los granos, alcanzando los 25 g frente a los 20 g en tratamientos sin biofertilizar. Mediante simulaciones, se determinó que una densidad de siembra de cinco plantas por metro cuadrado optimiza la productividad del cultivar bajo estas condiciones.

Palabras clave: biofertilizante, calibración, maíz, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this research was to propose management alternatives for the P-7928 maize cultivar through simulations using the DSSAT model. The development and yield of the crop were evaluated with and without the application of the EcoMic® biofertilizer under the climatic conditions of Mayabeque. Experiments conducted at "El Mulato" farm allowed for obtaining new genetic coefficients for the model, achieving precise calibration with a normalized root mean square error (RMSEn) below 5%. The results showed that the use of EcoMic® significantly increases grain mass, reaching 25 g compared to 20 g in non-biofertilized treatments. Through simulations, it was determined that a planting density of five plants per square meter optimizes the productivity of the cultivar under these conditions.

Key words: biofertilizer, calibration, maize, yield

INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz (*Zea mays* L.) representa uno de los pilares de la seguridad alimentaria global y nacional, debido a su versatilidad y potencial productivo. No obstante, la variabilidad climática actual, caracterizada por periodos de sequía prolongados y cambios en los regímenes térmicos, exige la implementación de estrategias agrícolas que optimicen el uso de recursos. En Cuba, la necesidad de sustituir importaciones de cereales ha impulsado la búsqueda de alternativas biotecnológicas que incrementen la eficiencia de los cultivos sin elevar los costos ambientales.

Una de las soluciones más prometedoras es el empleo de biofertilizantes a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), específicamente el producto comercial EcoMic®. Este bioproducto facilita la absorción de nutrientes y mejora el estado hídrico de la planta. Sin embargo, la respuesta del cultivo puede variar significativamente según las condiciones locales y el manejo agrotécnico. Es aquí donde la modelación matemática se convierte en una herramienta indispensable para la toma de decisiones.

El sistema DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) permite simular el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos bajo diferentes escenarios de suelo, clima y manejo. La presente investigación se enfoca en la calibración de este modelo para el cultivar P-7928, integrando el efecto de la biofertilización con EcoMic®, con el fin de generar recomendaciones técnicas precisas para los productores de la región occidental del país.

Objetivo: Proponer alternativas de manejo para el cultivar de maíz P-7928 realizando simulaciones con el modelo DSSAT para estimar su rendimiento con el uso de EcoMic®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Condiciones Edafoclimáticas: La investigación se fundamentó en datos experimentales obtenidos en la finca “El Mulato”, ubicada en la provincia de Mayabeque. El suelo se clasifica como Ferralítico Rojo Típico, caracterizado por su buena profundidad y drenaje. Se recopilaron datos climáticos diarios (radiación solar, temperaturas máximas y mínimas, y precipitaciones) correspondientes al ciclo de cultivo.

Diseño Experimental y Manejo: Se empleó el cultivar P-7928, sembrado a una densidad de 50,000 plantas/ha. Se establecieron dos variantes principales:

4. **Tratamiento con EcoMic®:** Las semillas fueron peletizadas antes de la siembra utilizando una dosis de 1.35 kg/ha de biofertilizante
5. **Tratamiento Control:** Siembra convencional sin aplicación de bioproductos ni fertilización química adicional.

Protocolo de Modelación: Para la simulación se utilizó el modelo CERES-Maize integrado en la plataforma DSSAT v4.8. El proceso se dividió en tres etapas:

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

6. **Entrada de datos:** Creación de archivos de suelo (.SOL), clima (.WTH) y manejo (.MZE).
7. **Calibración:** Ajuste de los coeficientes genéticos que definen el ciclo fenológico y el potencial de rendimiento del cultivar. Se prestó especial atención a los parámetros P1 (duración de la fase juvenil), P2 (retraso del desarrollo por fotoperiodo) y G3 (tasa de llenado del grano).
8. **Validación:** Comparación de los valores simulados frente a los observados en campo mediante indicadores estadísticos como el Error Cuadrático Medio Normalizado (RMSEn) y el índice de concordancia de Willmott (d).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la Biofertilización: El uso de EcoMic® mostró una influencia positiva en los componentes del rendimiento. En el análisis de los granos por mazorca y el peso individual, se observó que la simbiosis micorrízica permitió una mejor traslocación de fotoasimilados durante la etapa crítica de llenado.

Calibración y Desempeño del Modelo: El proceso de calibración permitió identificar los coeficientes genéticos específicos para el P-7928. Los resultados de la simulación mostraron un ajuste excelente con los datos de campo, especialmente en las fechas de floración y madurez fisiológica.

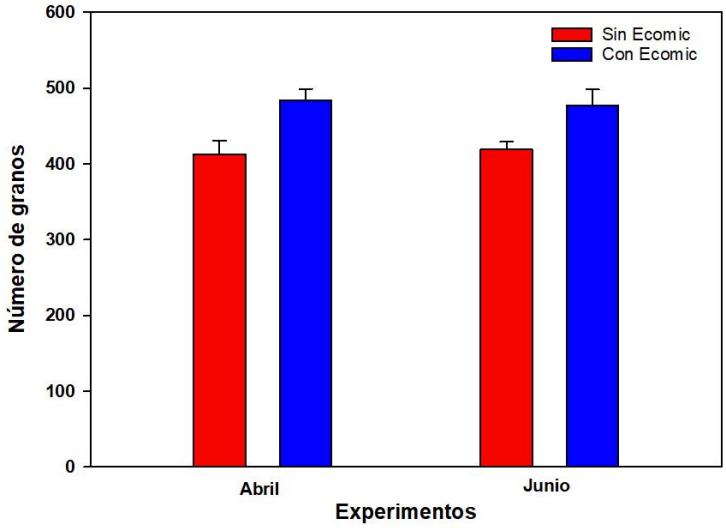


Figura 1. Calibración: Observado vs Simulado

La figura 1es fundamental para validar la herramienta informática. Al observar la cercanía de los datos experimentales a la línea de ajuste (1:1), se confirma que los coeficientes genéticos P1, P2 y G3 fueron calculados con precisión para las condiciones de Mayabeque. Esto significa que el modelo DSSAT es ahora una herramienta 'gemelo digital' confiable; podemos confiar en sus predicciones para este tipo de maíz sin necesidad de repetir costosos experimentos de campo cada año.

Simulaciones de Manejo (Densidad de Siembra): Una vez validado el modelo, se realizaron corridas experimentales virtuales variando la densidad de población desde 3 hasta 9 plantas/m².

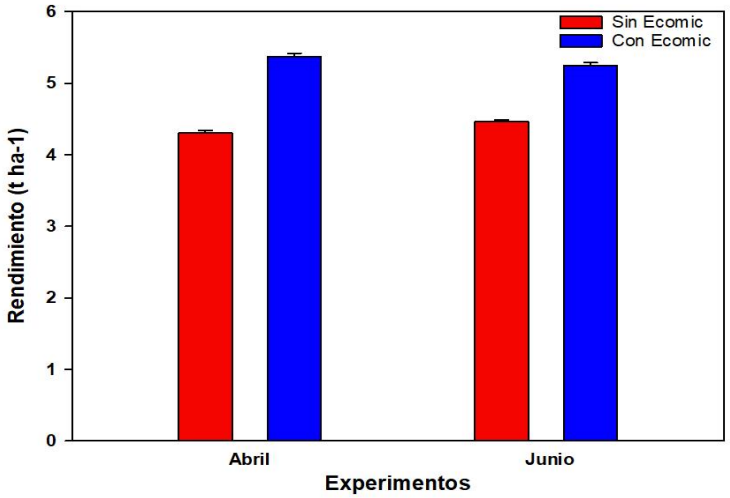


Figura 2. Simulación de Densidad

En la figura 2, el comportamiento de la curva de rendimiento frente a la densidad de población muestra un patrón típico de rendimientos decrecientes tras alcanzar el óptimo. Es interesante notar que el modelo identifica las 5 plantas/m² como el límite de sostenibilidad; a partir de ahí, la ganancia en número de plantas no compensa la pérdida de masa individual de los granos. Este análisis gráfico es vital para el productor, ya que permite ahorrar semillas y recursos al evitar densidades excesivas que solo aumentarían la competencia por nutrientes.

CONCLUSIONES

La integración del biofertilizante EcoMic® representa una ventaja competitiva para la producción de maíz P-7928, logrando incrementos verificables en el peso del grano. La calibración del modelo DSSAT resultó robusta y fiable, permitiendo utilizar esta plataforma para optimizar el manejo agrotécnico. Se concluye que una densidad de 5 plantas/m² bajo tratamiento con micorrizas asegura el equilibrio óptimo entre productividad y eficiencia de recursos en la región.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R., Colomer, A., Ríos, H., & Martínez, M. 2013. Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (Zea mays, L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque. Cultivos Tropicales, 34(2), 52-60.

Gálvez, G. 2008. Modelación del crecimiento de las plantas. Modelación de cultivos agrícolas. Seminario de modelación de cultivos.(1: 2008 mar. 13-14).

Giménez, L. 2012. Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. Agrociencia, 16(2), 92-102. https://doi.org/10.31285/AGRO.17.544

Hernández, N., Soto, F., & Caballero, A. 2009. Modelos de simulación de cultivos: Características y usos. Cultivos Tropicales, 30(1), 00-00.

Hernández, N., Soto, F., Florido, R., Plana, R., Caballero, A. C., Maqueira, L. A., Cid, G., López, T., Chaterlan, Y., García, A., Solano, O., Vázquez, R., Otero, L., & Vantour, A. 2016. Utilización de un modelo de simulación para la predicción del comportamiento de algunos cereales en las condiciones de Cuba. Cultivos Tropicales, 37(1), 78-84.

MINAG. 2000. Guía Técnica para la producción del cultivo del maíz (Zea mays L.). Ministerio de Agricultura.

Willmott, C. J. 1982. Some comments on the evaluation of model performance. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 63(11):1309-1313.

INTERJOVEN

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO A SEMILLAS DE VARIEDADES Y CULTIVARES MUTANTES DE SOYA (GLYCINE MAX L. MERRILL)

BROMATOLOGICAL ANALYSIS OF SEEDS OF MUTANT SOYBEAN VARIETIES AND CULTIVARS (GLYCINE MAX L. MERRILL)

Daniela Velazquez Paez*, María Caridad Gozález Cepero

Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

**Autor para correspondencia: dani980128@gmail.com*

RESUMEN

Como una respuesta rápida y efectiva al aumento de la demanda de proteína y aceite que aporta el cultivo de soya, las técnicas nucleares combinado con un programa simplificado de mejoramiento, dan lugar a cultivares mejorados en un breve espacio de tiempo. Donde el análisis de la composición nutricional de los alimentos usados en nutrición es relevante en la toma de decisiones dentro del proceso productivo. La tecnología de espectroscopía del infrarrojo cercano se posiciona como la técnica más adecuada para estimar los niveles de nutirentes en los productos alimenticios por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad bromatológica de granos de mutantes de soya con el empleo de la tecnología NIR. Para ello se utilizó un diseño experimental aleatorio, tomando al azar muestras de cada cultivar. Luego se procedió al análisis de calidad colocando cada muestra de semilla en el equipo de Espectroscopía de Reflectancia del Infrarrojo Cercano de marca Zeutec. Se evaluaron los siguientes indicadores: Humedad, Proteína y Lípidos. Los mutantes de soya evaluadas presentaron valores muy bajos porcientos de humedad que atentan con su viabilidad como semilla, las que mayores porcentajes de humedad presentaron fueron Cuvin 22 y Cincuentenario. Los valores de contenido de proteínas y lípidos determinados en las 12 muestras estudiadas, fueron muy superiores a los valores medios reportados por la literatura, donde las líneas de mayor porciento de ambos indicadores son Cincuentenario, Cuvin 22 y Cuvi 96.

Palabras clave: calidad, semilla, humedad, proteína y lípidos.

ABSTRACT

As a rapid and effective response to the increasing demand for protein and oil provided by soybean cultivation, nuclear techniques combined with a simplified breeding program result in improved cultivars in a short period of time. In this context, the analysis of the nutritional composition of feedstuffs is relevant for decision-making within the production process. Near-infrared spectroscopy (NIR) technology is positioned as the most suitable technique for estimating nutrient levels in food products. Therefore, the objective of this work was to evaluate the bromatological quality of soybean mutant grains using NIR technology.

A randomized experimental design was used, randomly selecting samples from each cultivar. Quality analysis was then performed by placing each seed sample in a Zeutec Near-Infrared Reflectance Spectroscopy instrument. The following indicators were evaluated: Moisture, Protein, and Lipids. The soybean mutants evaluated exhibited very low moisture content, jeopardizing their viability as seeds. The highest moisture percentages were found in Cuvin 22 and Cincuentenario. The protein and lipid content values determined in the 12 samples studied were significantly higher than the average values reported in the literature, with Cincuentenario, Cuvin 22, and Cuvin 96 showing the highest percentages of both indicators.

Key words: quality, seed, moisture, protein, lipids.

INTRODUCCIÓN

La soya cultivada, *Glycine max* (L) Merrill, ocupa el primer lugar en cuanto a producción y consumo entre las leguminosas, derivado de su alto contenido de proteína y calidad de aceite (Alvaro *et al*, 2018). La importancia mundial de este cultivo está dada por la gran diversidad de usos de sus productos derivados, el aumento creciente de la producción, la calidad de los costos de la proteína, así como otros atributos favorables que posee, que trata de satisfacer la demanda en crecimiento acelerado (Candelaria, 2023).

Como una respuesta rápida y efectiva al aumento de la demanda de proteína y aceite que aporta la oleginosa, las técnicas nucleares combinado con un programa simplificado de mejoramiento, dan lugar a cultivares mejorados en un breve espacio de tiempo (Colina *et al.*, 2017). Los mutantes obtenidos y liberados por los programas de mejoramiento genético en este cultivo se alzan como la alternativa economicamente viable para una respuesta a corto y mediano plazo frente a la coyontura alimentaria mundial (Dario, 2018). La clave del éxito de estos programas de mejora es liberar cultivares adaptados al ambiente de cultivo, de alto potencial productivo y de alta calcalidad nutricional que satisfagan las necesidades alimenticias tanto humana como animal (Diaz *et al.*, 2018).

El análisis de la composición nutricional de los alimentos usados en nutrición es relevante en la toma de decisiones dentro del proceso productivo (Espinoza *et al.*, 2019). El conocimiento de la composición bromatológica de los granos de esta leguminosa permite una valoración más integral para realizar una propuesta concreta de utilización de sus granos en la alimentación humana y animal (Fekadu *et al.*, 2022). Uno de los factores esenciales para valorar el potencial nutricional de los alimentos, es el análisis bromatológico que permite valorar su poder productivo mediante análisis químicos cuantitativos o el uso de técnicas de espectroscopia del infrarrojo cercano (NIRS) y de esta manera determinar la composición exacta del alimento teniendo en cuenta su contenido de macronutrientes, micronutrientes y otras sustancias (Lafont, 2018).

Objetivo: Evaluar la calidad bromatológica de granos de mutantes de soya con el empleo de la tecnología NIRS**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Proceso experimental

La presente investigación, se efectuó en el período comprendido de los meses enero-febrero del año 2026 en el laboratorio de Calidad del Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Se utilizaron semillas de 12 líneas de soya entre ellas 5 mutantes, obtenidos y conservados por el grupo de Técnicas Nucleres Aplicadas del Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas del INCA: Cuvi 84, Cuvi 99, Cuvi 02, Cuvi 22, Cuvi 96, Cuvin 22, Cincuentenario, P72, P66, P42, P90, P107.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, tomando al azar muestras de cada cultivar. Luego de tomar las muestras de granos de los cultivares mutantes de soya y verificar que estuvieran limpias (sin materia extraña), se procedió al análisis de calidad colocando cada muestra de semilla en el equipo de Espectroscopia de Reflectancia del Infrarrojo Cercano de marca Zeutec.

Indicadores bromatológicos evaluados

Se evaluaron indicadores relacionados con la bromatología (en %) de los granos de líneas de soya como criterio principal para la evaluación de la calidad: Humedad, Proteína y Lípidos.

Análisis estadístico

Todas las variables evaluadas se sometieron a ANOVA simple con el empleo de paquete estadístico IBM SPSS Versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores bromatológicos de calidad

Humedad

En la figura 1 se observa el porcentaje de humedad de las líneas de soya en estudio, donde el mayor número de muestras analizadas presentaron los mayores valores de porcentaje de humedad (± 7%), mientras la media de todos los cultivares oscilo alrededor del 6%. Los genotipos Cuvin 22 y Cincuentenario presentaron los mayores porcientos de humedad con un 7,7 y un 7% respectivamente.

El agua en el grano se encuentra como agua de constitución que es la que se encuentra dentro de la célula, en ella se desarrollan los distintos procesos metabólicos, donde el valor máximo que se toma como tolerancia de recibo es de 13 al 15 % para un adecuado almacenamiento (Muñoz *et al.*, 2021). Estudios realizados por (Paz *et al.*, 2021) demostraron que niveles inferiores al 8% de humedad acarrean consecuencias negativas en la germinación.

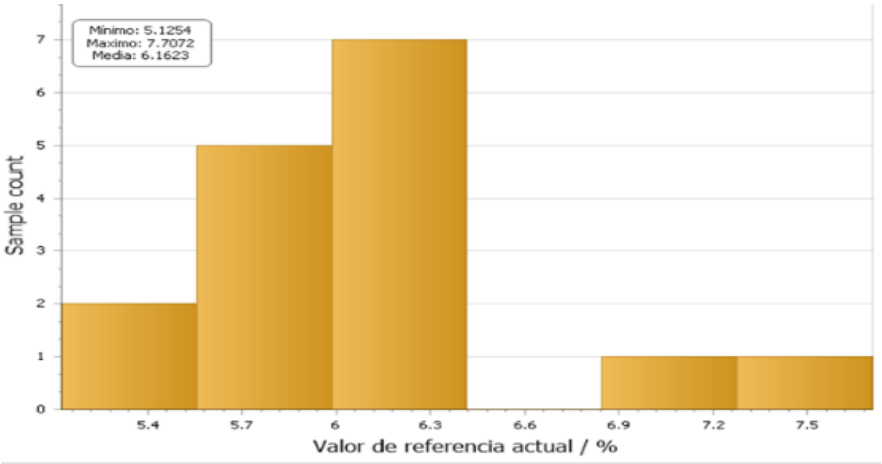


Figura 1. Porcentaje de humedad de las líneas de soya

Proteína

En cuanto al porcentaje de proteínas de las líneas de soya, la figura 2 refleja como el mayor grupo de variedades muestra alrededor de un 50%, un contenido de proteínas bien alto comparado con otros cultivares comerciales que reportan valores de entre un 40 y 42%. Los cultivares que presentaron mayor contenido de proteínas fueron Cuvin 22 con un 57,2% y Cincuentenario con 56,4%.

Los resultados obtenidos en cuento al contenido de proteínas de los mutantes y líneas de soya evaluados son superiores a los reportados por (Ridner, 2022), los mismo indican un valor aproximadamente 36.5 a 43,2% de proteínas en una colección de soya demás de 15 cultivares comerciales. Estudios de balance alimenticios afirman que a mayor concentración proteica hacen de la soya un alimento ideal por su completo perfil de aminoácidos escenciales tanto en la alimentación humana como animal (USDA, 2021).

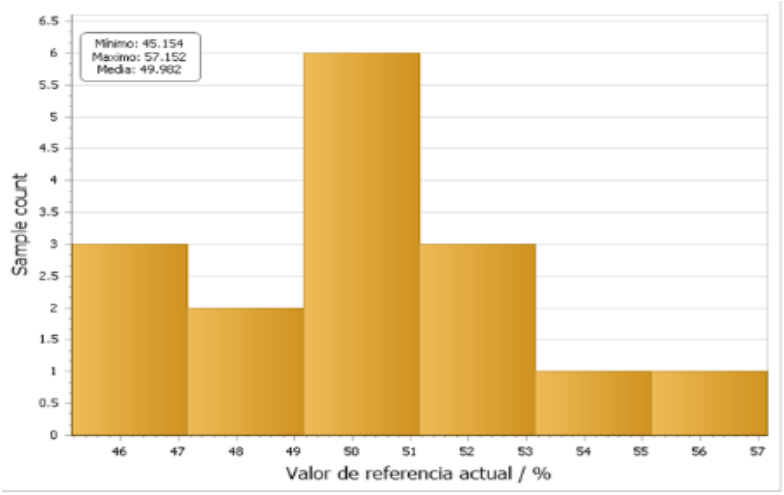


Figura 2. Porcentaje de proteínas de las líneas de soya

Lípidos

En este último indicador de calidad, la figura 3 evidencia como alrededor del 21% de grasas se concentran la mayoría de los cultivares en cuestión, destacándose con los mayores valores de grasas Cuvi 96 con un 24% y Cincuentenario con 23,5%, valores superiores a las medias reportadas por la literatura haciendo referencia a un 20%.

El contenido de lípidos encontrado en las líneas y mutantes de soya evaluados son ligeramente superiores a los reportados por (Varga y Ishler, 2023) quien reportó niveles de alrededor del 20% de grasa después de evaluar un grupo de cultivares comerciales.

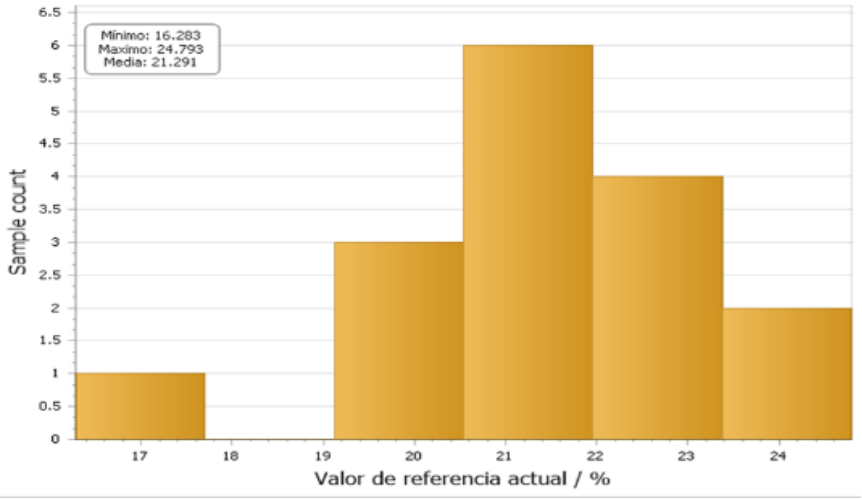


Figura 3. Porcentaje de lípidos de las líneas de soya

CONCLUSIONES

Las líneas de soya evaluadas presentaron valores muy bajos porcientos de humedad que atentan con su viabilidad como semilla, las que mayores porcentajes de humedad presentaron fueron Cuvin 22 y Cincuentenario. Los valores de contenido de proteínas y lípidos determinados a las 12 líneas estudiadas, son muy superiores a los valores medios reportados por la literatura, donde las líneas de mayor porciento de ambos indicadores son Cincuentenario, Cuvin 22 y Cuvi 96.

BIBLIOGRAFÍA

Álvaro Soria O, Palenque Reyes H, Quevedo Iriarte A. 2018. Efectos climáticos: Incidencia en la producción de soya del departamento de Santa Cruz. Bolivia.

Candelaria M. 2023. NIRS, la solución al análisis de la calidad alimentaria.

Colina J, León M, Castañeda A. 2017. Composición química e idicadores de calida del frijol de soya integral procesado con vapor para la alimentación de aves y cerdos.

Dario D. 2018. Reconocimiento de calidad en Soja en la republica de Argentina.

Díaz M, Padilla C, Torres V, González A, Curbelo N. 2018.Caracterización bromatológica de variedades de soya (Glycine max) en producción de forrajes, forrajes integrales y granos en siembras de veranoRevista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 37, núm. 3, pp. 311-317.

Espinoza, C. Lee, A. H., Hernández, P. A, & Rosales, N. 2019. Soya (Glycine max) termoprocesada entera o molida en la digestibilidad In vitro, balance de nitrógeno y comportamiento productivo en corderas. Rev. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios,6(18), 587-593.http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v6n18/2007-901X-era-6-18-587.pdf

Fekadu G, Hussein M, Getinet A. 2022. Genotype x environment interactions and stability of soybean for grain yield and nutrition quality. 10:87-99.

Lafont J, Durango L, Aramendiz H. 2018. Estudio Químico del Aceite Obtenido a Partir de Siete Variedades de Soya (Glycine max L.) Departamento de Ingeniería Agronómica, laboratorio de Fitomejoramiento, Universidad de Córdoba.

Muñoz A, Holt E, Weaver R. 2021. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. Agron. Sustain. Dev. 75(1):147-149.

Paz P, Sánchez T, Pérez D. 2021. Aplicación de la Tecnología NIRS (Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) en el Control de Calidad de la Industria Agroalimentaria.

Ridner, E. 2022. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud. 1a ed.-Buenos Aires. Grupo Q S.A.: Sociedad Argentina de Nutrición. ISBN 987-23125-0-8.

USDA, 2021. American Departament of Agricultural. World soybean production for the 2020/2021campaign. Disponible en: https://www.sopa.org/statistics/world-soybean-production/

Varga, G., & Ishler, V. 2023. Soybeans and soybean byproducts for dairy cattle. Department of Dairy and Animal Science The Pennsylvania State University.

INTERJOVEN

DIAGNÓSTICO DE CARACTERES REPRODUCTIVOS EN CULTIVARES DE PAPA

DIAGNOSIS OF REPRODUCTIVE CHARACTERISTICS IN POTATO CULTIVARS

Isneidy Velazquez Deulofeu*, Jorge Luis Salomón, Yarisyen Márquez Vasallo

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.
**Autor para correspondencia: isneidy@inca.edu.cu*

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), durante la campaña (2024-2025). El objetivo de la investigación fue evaluar los caracteres reproductivos y agronómicos en 113 genotipos de papa: color de la flor, piel y masa, forma del tubérculo, rendimiento y número de tubérculos. Se utilizaron escalas en grados para registrar la incidencia de *Alternaria solani* y *Streptomyces scabies*. Se calcularon los estadígrafos de posición y dispersión; se utilizó la prueba Chi-cuadrado para la comparación de proporciones en los caracteres cualitativos. Se observó un número 97 genotipos que florecieron y formaron frutos 46. La floración osciló en un período relativamente corto entre 29 y 38 días. En relación con los colores de las flores, existieron diferencias significativas para los colores de la flor. El blanco alcanzó mayor porcentaje (65 %), seguido del color intensamente púrpura (16 %) y el ligeramente púrpura (8 %); las flores ligeramente rojas estuvieron representadas en un 11 %. Para el color de la piel del tubérculo, el 84 % de los genotipos mostraron el color amarillo, en 11 de ellos se apreció el color rosado para un 10 % y el color rojo se manifestó en siete individuos para un 6 %. En cuanto a la forma de los tubérculos, los genotipos con tubérculos de forma redonda no mostraron diferencias con la forma oval; estos resultados podrían ser utilizados para la selección de progenitores en el mejoramiento de variedades y la obtención de progenies de semilla botánica de papa.

Palabras clave: papa, floración, fructificación, progenitores, semilla

ABSTRACT

This study was conducted at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) during the 2024-2025 growing season. The objective was to evaluate the reproductive and agronomic characteristics of 113 potato genotypes: flower color, skin and tuber weight, tuber shape, yield, and number of tubers. Degree scales were used to record the incidence of Alternaria solani and Streptomyces scabies. Measures of central tendency and dispersion were calculated, and the chi-square test was used to compare proportions of qualitative characteristics. Ninety-seven genotypes flowered, and 46 produced fruit. Flowering occurred over a relatively short period, between 29 and 38 days. Significant differences were observed among flower colors. White flower reached the highest percentage (65%), followed by intense purple (16%) and light purple (8%). Slightly red flowers were present in 11% of the samples. Regarding tuber skin color, 84% of the genotypes were yellow, 11 (10%) were pink, and seven (6%) were red. As for tuber shape, genotypes with round tubers showed no difference compared to those with oval tubers. These results could be used for selecting parent plants in variety improvement and obtaining botanical seed progenies of potato.

Key words: potato, flowering, fruiting, parentplants, seed

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) perteneciente a la familia Solanaceae, proviene de las especies silvestres encontradas al norte del lago Titicaca, en el Sur de Perú (Morales, 2007). Es uno de los cultivos alimenticios más importantes difundidos en el mundo (Estrada, 2000), ocupando el cuarto lugar a nivel mundial después del arroz, el trigo y el maíz.

El cultivo de la papa se conoce en Cuba desde hace más de 200 años y en la actualidad ocupa un importante lugar entre las raíces y tubérculos, constituyendo un componente importante de la canasta alimentaria; tanto así que representa más de 30 % de todo el cultivo de las raíces y tubérculos. Por razones climáticas solo es cultivada en temporada invernal (Instituto Cubano de Ciencias Agrícolas, 2005). En Cuba, se plantan cada año alrededor de 6600 ha en seis provincias (Artemisas, Mayabeque, Matanzas, Cienfuegos, Villa Clara y Ciego de Ávila) con un rendimiento medio entre 18 y 25 $t.ha^{-1}$ y una producción anual entre 200 000 y 300 000 t. Por las grandes extensiones de plantación y por las preferencias de los consumidores hacia el cultivo, el mismo es considerado como los de mayor importancia alimenticia (MINAG, 2017).

En la actualidad, en Cuba existen 16 cultivares de papa cubanos; sin embargo, la producción del cultivo se basa en un espectro varietal con cultivares foráneos, aproximadamente 30 cultivares en generalización y extensión. A pesar de esta diversidad, los rendimientos promedio obtenidos a nivel nacional están reportados entre 20 y 25 t. ha^{-1} (MINAG, 2017). En el programa de mejoramiento del INCA se obtienen cultivares de papa para diferentes usos, con altos rendimientos, tolerancia a estrés bióticos y abióticos, entre las cuales se han registrado 16 cultivares cubanos hasta la fecha (Estévez *et al.,* 2006; Salomón *et al.,* 2015).

Objetivo: Caracterizar los genotipos de papa según caracteres reproductivos en las diferentes accesiones del germoplasma de papa**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en el municipio de San José de Las Lajas, provincia Mayabeque.

Procedimiento experimental

En la evaluación del germoplasma en la campaña 2024-2025, fueron utilizados 113 genotipos procedentes del Programa Nacional de Mejoramiento Genético, los tubérculos -semilla empleados estuvieron clasificados para el calibre 35-45 mm. El experimento se plantó el 22 de diciembre del 2024.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental aumentado modificado. El mismo consistió en parcelas sin réplicas con 12 surcos de 5 metros de longitud en un marco de plantación de 0.90 x 0.25 metros, cada surco contiene un genotipo, donde los surcos 1 y 12 representan los bordes.

Caracteres evaluados

Al momento de la cosecha, se efectuó la evaluación de caracteres cuantitativos número de plantas, número total de tubérculos, número total de tubérculos por planta, masa total de los tubérculos (Kg), masa promedio de tubérculo (Kg), masa tubérculos por planta (Kg/planta), rendimiento total por hectárea (t.ha-1). La floración y producción de baya se evaluó por apreciación visual de forma cualitativa: sí o no se formaron las mismas. Los días a florecer se evaluaron contando los días desde la fecha de plantación hasta la aparición de los primeros botones florales en la parcela.

Análisis estadístico

Se calcularon los estadígrafos de centralización, posición, dispersión y los intervalos de confianza al 95% para los caracteres cuantitativos (rendimiento, número de tubérculos), se utilizó la prueba Chi-cuadrado para la comparación de proporciones para los caracteres cualitativos (color de flor, color de la piel, color de la masa y forma de tubérculo). A la floración y producción de bayas se les asignó un valor a SÍ=1 y a NO=0 en Microsoft Excel y se realizó su comparación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra el número y porcentaje de genotipos de papa que florecieron; se observa que en la campaña 2024-2025, 97 genotipos cubanos florecieron de 113 evaluados, lo que representa el 85.5 %. Los resultados pueden deberse a las diferentes potencialidades que tienen los genotipos para florecer: unos lo hacen abundantemente, otros en menor cantidad y otros simplemente no florecen**.**

Tabla 1. Número de genotipos de papa que florecieron durante la campaña

Condición	2021-2022 Floración	2021-2022 %
Si	97	85.8
No	16	14.2
Total	113	100

En la tabla 2 se observa el número de genotipos que fructificaron en la campaña. En 2024-2025 alcanzaron fructificar 46 genotipos cubanos para un 40.7 %. Se apreció un comportamiento diferenciado dentro de los genotipos, tanto en la floración como fructificación. En papa, los caracteres reproductivos están determinados por múltiples factores incluidos el fotoperíodo, la temperatura, la humedad, el estado nutricional de las plantas y la variedad. En la tabla 3 se observan los valores mínimo y máximo para los días a la floración en los clones evaluados. En el 2024-2025 los días a la floración oscilaron entre 29 y 38 días.

Tabla 2. Número de genotipos de papa que fructificaron durante la campaña

Condición	2021-2022 Fructificación	2021-2022 %
Si	46	40.7
No	67	59.3
Total	113	100

Tabla 3. Valores mínimo y máximo para los días a la floración en los clones evaluados

Estadígrafos	Días de floración 2021-2022
Mínimo	29
Máximo	38
Media	33
D.S	2.1
CV (%)	6.0

Estos resultados no coinciden con otros anteriormente obtenidos, que reportaron floración a los 53 días como mínimo y 81 días como máximo en los genotipos estudiados (Menesatti *et al.*, 2008).

La tabla 4 presenta los estadígrafos fundamentales para el rendimiento (t.ha-1) y número de tubérculos durante el año. El número de tubérculos osciló entre 6 y 17, y una media de 9 tubérculos/plantón. Este carácter mostró una alta variación, lo cual indica una alta variabilidad para el número de tubérculos por plantón.

Tabla 4. Estadígrafos fundamentales para el rendimiento (t.ha-1) y número de tubérculos durante el año

Estadígrafos	Número de tubérculos 2021-2022	Rendimiento(t.ha^{-1}) 2021-2022
Mínimo	6	21.47
Máximo	17	40.70
Media	9	30.26
D.S	2.2	4.09
CV (%)	25	14

Se han informado resultados similares, los que encontraron una elevada divergencia entre 15 variedades foráneas para el rendimiento y sus componentes. Otros estudios evidencian lo anteriormente planteado en las condiciones cubanas (Ortiz y Golmirzaie, 2003).

CONCLUSIONES

Los cultivares presentaron diferencias en la respuesta agronómica a campo y diversidad genética para la selección de genotipos que florecen, fructifican y producen SB de papa en condiciones edafoclimáticas de días cortos en Cuba, por lo que se acepta la hipótesis planteada. Todos los cultivares evaluados mostraron una media de 9 tubérculos por planta para un rendimiento promedio de 30,3 t/ha.

BIBLIOGRAFÍA

Estévez, A., González, M. E., Nimunbona, N., & Castillo, J. G. (1996). Obtención y evaluación de progenies de semilla sexual de papa. Parte 1. *Cultivos Tropicales, 17*(1), 60-64.

Estrada, N. (2000). La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Plural editores.

Menesatti, P., Costa, C., Paglia, G., Pallottino, F., D'Andrea, S., Rimatori, V., & Aguzzi, J. (2008). Shape-based methodology for multivariate discrimination among Italian hazelnut cultivars. Biosystems Engineering, 101(4), 417-424.https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.09.013

MINAG. (2017). Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba (p. 61). MINAG.

Morales, F. J. (2007). Sociedades precolombinas asociadas a la domesticación y cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en Sudamérica. Revista Latinoamericana de la papa, 14(1), 1-9

Ortiz, R., & Golmirzaie, A. M. (2003). Genetic parameters for agronomic characteristics. I. Early and intermediate breeding populations of true potato seed. Hereditas, 139(3), 212-216. https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.2003.01734.x

INTERJOVEN

EFECTO ESTIMULANTE TERMOTERAPÉUTICO SOBRE SEMILLAS DE SOYA PARA SU USO EN SIEMBRAS DE INVIERNO

THERMOTHERAPEUTIC STIMULATING EFFECT ON SOYBEAN SEEDS FOR USE IN WINTER SOWINGS

Alejandro Mederos Ramírez*, Rodobaldo Ortiz Pérez

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.

**Autor para correspondencia: mrale@inca.edu.cu*

RESUMEN

La producción de soya en Cuba, tiene como punto crítico el deterioro de su semilla durante el período de madurez fisiológica a la cosecha, así como la falta de infraestructuras y condiciones para conservarlas, lo que trae consigo la inviabilidad de la semilla por la pérdida de podergeminativo en corto periodo de tiempo. Teniendo en cuenta este antecedente nos propusimos analizar el efecto del tratamiento térmico de cinco horas de exposición a 50°C, en siembras de invierno, sobre caracteres morfológicos y componentes del rendimiento, en semillas de siete cultivares de soya. El ensayo se desarrolló en las parcelas experimentales del Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas en época de invierno de los años 2024-25. Se evaluaron variables relacionadas con la emergencia de plantas, como criterio principal para la evaluación del efecto del tratamiento a las semillas, se determinó la altura de la planta, el número de ramas y la altura de la primera vaina. En madurez fisiológica se evaluaron los componentes de rendimiento, determinándose: número de vainas por plantas, número de granos por vainas y la masa de los granos. A partir de estos componentes del rendimiento, se estimó el Rendimiento en toneladas por hectárea. El tratamiento termoterapéutico de cinco horas de exposición a 50 °C, aumentó el número de plantas por metro lineal, no afecto el crecimiento final de las plantas y el número de ramas, tampoco se observaron afectaciones en los componentes del rendimiento y aumento significativamente el rendimiento final por hectárea respecto al control.

Palabras clave: emergencia, semilla, soya, rendimiento

ABSTRACT

Soybean production in Cuba faces a critical challenge: seed deterioration during the physiological maturity period leading to harvest, compounded by a lack of infrastructure and suitable conditions for seed preservation. This results in seed inviability due to a rapid loss of germination capacity. Given this situation, we aimed to analyze the effect of a five-hour heat treatment at 50°C on morphological characteristics and yield components in seven soybean cultivars planted in winter. The trial was conducted in the experimental plots of the Department of Genetics and Plant Breeding during the winter of 2024-25. Variables related to plant emergence were evaluated as the primary criteria for assessing the treatment's effect on the seeds. Plant height,

number of branches, and height of the first pod were determined. At physiological maturity, yield components were assessed by determining the number of pods per plant, number of grains per pod, and grain weight. Based on these yield components, the yield in tons per hectare was estimated. The five-hour thermotherapeutic treatment at 50 °C increased the number of plants per linear meter, did not affect final plant growth or the number of branches, and showed no effects on the yield components. Furthermore, it significantly increased the final yield per hectare compared to the control.

Keywords: emergence, seed, soybean, yield

INTRODUCCIÓN

De las oleaginosas que se producen a nivel mundial; la soya, ocupa el primer lugar en cuanto a producción y consumo, por su gran diversidad de usos, derivado de su alto contenido de proteína y calidad de aceite (USDA, 2021). Todo esto ha provocado una expansión arrolladora, hoy en día la soya se cultiva en todas las regiones del planeta, estimando que la demanda del grano y sus derivados a nivel mundial, tendrán un incremento importante en los próximos 10 años (Álvaro *et al.*, 2018).

La producción de soya en Cuba, tiene como punto crítico el deterioro de su semilla durante el período de madurez fisiológica a la cosecha, así como la falta de infraestructuras y condiciones para conservarlas, lo que trae consigo la inviabilidad de la semilla por la pérdida de podergeminativo en corto periodo de tiempo. La agricultura moderna, tiene como principal insumo la semilla de alta calidad, que debe cumplir con diferentes atributos, entre estos se encuentran: la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria (Flórez *et al.*, 2021). Las semillas como ente vivo requieren conservar su viabilidad, germinación y vigor para asegurar el desarrollo de una nueva planta (Gosparini y Benevidez, 2016). La calidad fisiológica de la semilla abarca la suma de todas las propiedades o características, las cuales determinan el nivel potencial del comportamiento de las semillas y el establecimiento del cultivo (García *et al.*, 2020).

La agricultura está en constante evolución, en este sentido, el tema de tratamientos estimulativos que promueven el desarrollo de plántulas y estimulen la germinacion en semillas, está a la orden del día con avances muy importantes para los agricultores (Crespo, 2016). Los tratamientos de semillas se basan generalmente en la aplicación de calor (termoterapia) o de productos químicos, aunque también se emplea el método físico de inducción de mutaciones. En el departamento de genética y mejoramiento en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas viene ejecutando investigaciones termoterapéutica a favor de obtener semillas más vigorosas, por lo que nos propusimos:

Objetivo: Analizar el efecto del tratamiento térmico de cinco horas de exposición a 50°C, en siembras de invierno, sobre caracteres morfológicos y componentes del rendimiento, en semillas de siete cultivares de soya.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: los ensayos experimentales se realizaron en áreas del departamento de Servicios agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) durante los meses de invierno 2024-2025.

Material vegetal empleado: Se utilizaron semillas originales certificadas de seis cultivares comerciales, obtenidos y conservados, en el INCA, la INCASoy-1, INCASoy-2, INCASoy-24, INCASoy-27, INCASoy-35 e INCASoy-36, obtenidos y conservados por el CIGB la CIGB CC6, las semillas presentaron valores de 10 a 11% de humedad.

Diseño experimental y tratamientos: El diseño experimental empleado fue de Bloques Completamente al Azar con 14 tratamientos [7 cultivares x tratamiento (5horas) x Temperatura de exposición (50°C) y un control de cada cultivar no tratado y 3 repeticiones]. Los bloques se constituyeron por siete parcelas de 10 surcos de 5 metros (m) de longitud, separados por 0,75 m y una separación de un metro entre bloques. Las parcelas se conformaron por cinco surcos sembrados con semillas tratadas y cinco surcos con semillas no tratadas de cada uno de los siete cultivares en estudio.

Procedimiento experimental: Para realizar el experimento se tomaron lotes de semillas al azar de los siete cultivares de soya con dos réplicas. Uno de dichos lotes de semillas de los siete cultivares de soya se colocaron en sobres de papel, identificados por el cultivar y fueron expuestos durante cinco horas a 50°C, en la estufa Boxun. Después del tratamiento se dejó reposar la semilla 24 horas a temperatura ambiente (±25°C) y se procedió a la siembra del experimento en campo con las semillas tratadas y no tratadas.

Variables evaluadas: Se evaluaron variables relacionadas con la emergencia de plantas, como criterio principal para la evaluación del efecto del tratamiento a las semillas. A los diez días después de la siembra, se realizó el conteo por metro lineal del número de plantas. La Altura de la planta y el número de ramas se evaluaron en la etapa de floración (R1) utilizando una cinta graduada en milímetros y la altura de la primera vaina se evaluó con la misma cinta (mm) en la etapa de formación de vainas (R3). En madurez fisiológica (R8), se evaluaron los componentes de rendimiento de diez plantas en cada punto en un metro lineal, determinándose: Número de vainas por plantas, Número de granos por vainas y la Masa de los granos (gr).

Análisis estadístico: Todas las variables evaluadas se sometieron a análisis factorial (7 cultivares x tratamiento cinco horas de exposición a 50°C y un control de cada cultivar no tratado) y las medias de las interacciones y los tratamientos se compararon por la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) con el empleo de paquete estadístico IBM SPSS Versión 22.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emergencia de plantas por metro lineal: Los resultados del análisis factorial de las plantas emergidas por metro lineal de los cultivares en estudio arrojaron que el tratamiento muestra diferencias altamente significativas en cuanto a plantas emergidas por metro lineal. En la figura 1 se observa la diferencia en la respuesta del factor tratamiento para la emergencia de plantas por metro lineal. En esta época lograron emerger el 93,00 % de las plantas sembradas con semillas tratadas y de las semillas no tratadas emergieron el 74,34 % de las plantas, lo que se refleja un estimado de 64771 plantas por hectárea más.

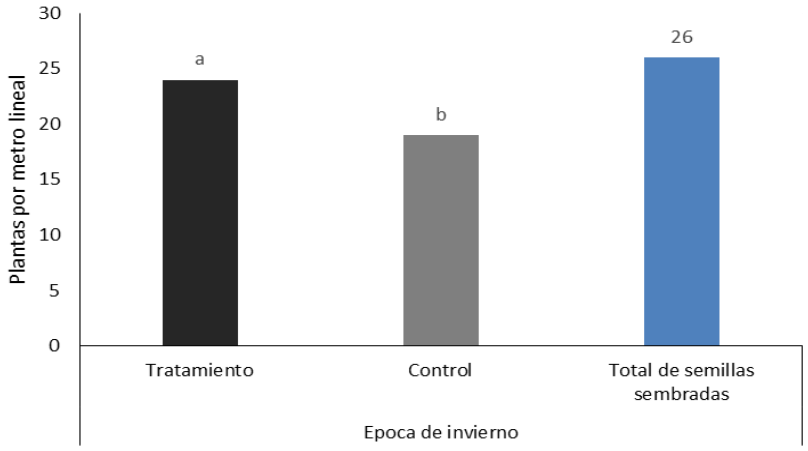


Figura 1. Análisis de las Plantas emergidas por metro lineal

Variables relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas: las interacciones de los factores en estudio respecto a las Variables relacionadas con el crecimiento y el desarrollo de las plantas, el tratamiento a la semilla no afecto el crecimiento final de las plantas emergidas, porque no hubo significación entre los tratamientos para la altura de las plantas, el número de ramas y la altura de corte.

Tabla 1. Análisis factorial para las variables de crecimiento y desarrollo evaluados en la etapa de floración (R1).

Épocas	**Altura de la planta**		**Ramas por planta**		**Altura de corte**	
Origen	**Media cuadrática**	**Sig.**	**Media cuadrática**	**Sig.**	**Media cuadrática**	**Sig.**
Modelo corregido	495,873	,000	1.704	.000	68,592	,000
Intersección	7534029,867	,000	24381.067	.000	89716,084	,000
Cultivar	11187,434	,000	26.374	.000	1624,086	,000
Tratamiento	**,736**	**,837**	**2.001**	**. 030**	**,337**	**,327**
Réplica	21,872	,252	1.453	.053	,392	,346
Cultivar * tratamiento	66,560	,002	.835	.079	,136	,857
Cultivar * réplica	17,000	,506	.556	.079	,486	,048
Tratamiento * réplica	32,141	,055	.212	.873	,405	,320
Cultivar * tro * réplica	33,046	,000	.550	.087	,264	,884
Error	17,302		.421		,351	

Variables relacionadas a los componentes de rendimiento como número de vainas por plantas y numero de granos/vainas: al igual que las variables relacionadas con el desarrollo de las plantas es un carácter propio de cada cultivar, no hubo diferencias significativas entre el tratamiento térmico y el control.

Rendimiento real en toneladas por hectárea: el análisis factorial reflejó diferencias significativas en cuanto al rendimiento final entre las plantas tratadas y el control. En la figura 2, al efectuar se observa que las plantas que emergieron de semillas tratadas muestran rendimientos superiores frente las plantas emergidas de las semillas control, 2,84 $t.ha^{-1}$ y 2,23 $t.ha^{-1}$ respectivamente, el aumento de más del 27 % del rendimiento debido al efecto del tratamiento a la semilla tiene una marcada importancia.

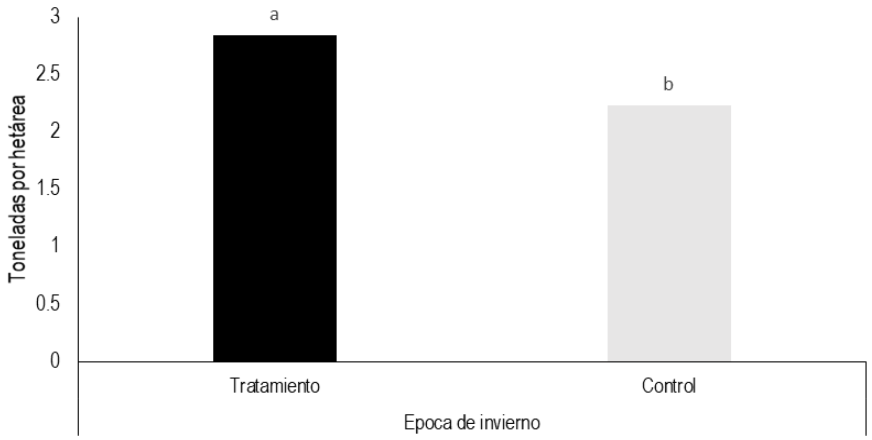


Figura 2. Rendimiento medio real de los cultivares con semillas tratadas y no tratadas en $t.ha^{-1}$

CONCLUSIONES

El tratamiento de cinco horas de exposición a 50°C mejoró la emergencia de plantas por metro lineal de los cultivares en estudio en siembras de invierno; garantizando mayor población potencialmente productiva por unidad de superficie, no afectó ninguno de los caracteres del desarrollo y crecimiento las plantas, así como, los componentes de los rendimientos evaluados en los diferentes cultivares soya y aumentó considerablemente el rendimiento de todos los cultivares estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

Álvaro Soria O, Palenque Reyes H, Quevedo Iriarte A. 2018. Efectos climáticos: Incidencia en la producción de soya del departamento de Santa Cruz. Bolivia.

Crespo A. 2016 Efecto de los tratamientos por termoterapia sobre la microflora presente en plantas de vid injertadas. Universidad de Valencia.

Flórez D, Osorio K, Medina M, Jaramillo S, Ortegón L. 2021. Manual de producción de semilla de calidad de soya en los valles interandinos de Colombia. Agrosavia. 82 p (Colección Transformación del Agro) ISBN E-book: 978-958-740-487-6.

García-López J, Ruiz-Torres NA, Lira-Saldivar RH, Vera-Reyes I y Méndez-Argüello B. 2020. Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Gosparini C y Benavidez R. 2016. CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE SOJA (Glycine max L. Merr.), BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO Y ENVASADO. Universidad Nacional de Rosario.

USDA, 2021. American Departament of Agricultural. World soybean production for the 2020/2021campaign. Disponible en: https://www.sopa.org/statistics/world-soybean-production/ [Consultado el 19 de febrero de 2022].

INTERJOVEN

IMPORTANCIA DE LAS INFLUENCIA DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN EL PROCESO DE SECADO

IMPORTANCE OF THE INFLUENCES OF THE METEOROLOGICAL VARIABLES ON THE DRY PROCESS

Laisury Díaz Mora*, Osney Gerardo Pérez Acosta

Instituto de Ciencia animal (ICA), Cuba.
**Autor para correspondencia: laisury@gmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de valorar el momento idóneo para el secado de productos en el Instituto de Ciencia Animal se realiza una predicción según el comportamiento de las variables meteorológicas involucradas en el proceso de deshidratación. El secado, es uno de los procesos tradicionales de conservación de alimentos de mayor interés en la actualidad; consiste en la remoción del agua libre, para lo cual se utiliza aire caliente como medio de secador. El secado, implica mecanismos complejos y simultáneos de transferencia de calor, masa y momento, siendo la temperatura en una de las principales variables del proceso, debido a que si no es la adecuada influye en la calidad del producto alterando el sabor, color, olor y otros atributos, disminuye el contenido nutricional. La irradiación mantenido valores superiores a 6 kWh/m2/día y los valores de temperatura media desde 1951 hasta el 2023 superó 1.38 oC .Estos valores influyen de forma positiva en el proceso de deshidratación en todo el año. El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables sobre el proceso de secado, debido a que existe un incremento notable de la humedad relativa. La Influencia de las variables meteorológicas en el proceso de secado permite evaluar cuál es la tecnología idónea a utilizar en cada época del año.

Palabras clave: Variable meteorológica, temperatura, calentamiento global, radiación

ABSTRACT

To determine the optimal time for drying products, the Institute of Animal Science is conducting a prediction based on the behavior of meteorological variables involved in the dehydration process. Drying is one of the most important traditional food preservation processes today; it consists of removing free water using hot air as the drying medium. Drying involves complex and simultaneous mechanisms of heat, mass, and momentum transfer, with temperature being one of the main variables in the process. If the temperature is not suitable, it affects product quality by altering flavor, color, odor, and other attributes, and reducing nutritional content. Irradiation has maintained values above 6 kWh/m²/day, and the average temperature from 1951 to 2023 exceeded 1.38 °C. These values positively influence the dehydration process throughout the year. The volume of rainfall and its distribution throughout the year have a significant impact on the drying process, due to the considerable increase in relative humidity. Understanding the influence of meteorological variables on the drying process allows us to determine the most suitable technology for each season.

Key words: Meteorological variable, temperature, global warming, radiation

INTRODUCCIÓN

La producción alimentaria reviste importancia fundamental para la economía de todos los países, por cuanto de esta dependen la supervivencia del hombre, así como de animales, siendo el clima uno de los factores que más inciden en la obtención de productos provenientes del campo y en la toma de decisiones para el mejor aprovechamiento del agua y los suelos, así como en la selección de las especies y variedades más adecuadas, las cuales estarán sometidas a la variabilidad de los cambios climáticos.

El clima es el conjunto de las condiciones meteorológicas que suelen darse en una región, más o menos extensa del globo terráqueo y es el resultado de la combinación de varias propiedades físicas de la atmósfera (temperatura, humedad, vientos, radiaciones, estado eléctrico) que suelen ocurrir en la misma. Estos perduran un periodo de tiempo a pesar de las modificaciones frecuentes provocadas por fenómenos atmosféricos transitorios (Herrera, 2006).

El secado es la operación de disminuir la humedad a un determinado producto, por medio de la evaporación y eliminación del agua contenida en el mismo, sin alterar su composición química. El secado se utiliza ampliamente en los procesos industriales, principalmente en la industria química y en la obtención de materiales, así como en la alimenticia. Singular importancia tiene el secado para la conservación de productos agropecuarios y marinos, tales como forrajes, plantas aromáticas y medicinales, frutas, viandas, semillas, carnes y pescado, etc.

Se conoce por secado natural a la pérdida de humedad de los productos o materiales en condiciones ambientales, estén expuestos o no a la radiación solar directa. Se llama secado artificial a la pérdida controlada de humedad de los productos o materiales con el uso de equipos o dispositivos especiales, los cuales usan, generalmente fuentes adicionales de energía.

El secado natural de productos agrícolas e industriales es un proceso ampliamente utilizado, incluso en el presente. En Cuba es tradicional el secado natural de la madera, el café, el cacao, el coco, las semillas, los minerales y otros productos. Sin embargo, por diferentes causas, el secado artificial o deshidratación ha sustituido en muchos casos al secado natural, y esta técnica se desarrolla cada día más, tanto en nuestro país, como en el resto del mundo.

Las principales ventajas del secado artificial o deshidratación son las siguientes:

1. La calidad del producto deshidratado es, generalmente superior, si se selecciona una buena tecnología del proceso.
2. La velocidad de secado suele ser mucho mayor, disminuyendo considerablemente el tiempo de secado, lo que influye tanto en la calidad como en el costo del producto.
3. Las condiciones sanitarias y nutritivas (en caso de alimentos) son mejores, al no estar el producto expuesto a la acción directa del sol, la lluvia, el polvo y los insectos.
4. El área utilizada en la deshidratación es varias veces menor que la utilizada en el secado natural.
5. Las operaciones de deshidratación son más sencillas, pudiendo tener un alto grado de automatización.

Objetivo: Valorar el momento idóneo para el secado de productos en el Instituto de Ciencia Animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura, la humedad, el viento y la irradiación solar son las variables determinantes en el proceso de secado de productos, permitiendo hacer una valoración de cuando es el tiempo óptimo de deshidratación de los productos y que tecnología se puede proponer para conservar las características nutritivas de los alimentos a secar.

Incidencia de la radiación solar en el proceso de deshidratación.

En la figura 1 se muestra un mapa donde se representa el recurso solar estimada disponible. Representa el promedio del total diario /anual de la irradiación directa normal, calculado para un promedio reciente de 20 año , 1999-2018 (Global Solar Atlas(GSA), 2019).

Cuba se caracteriza por tener una radiación solar promedio de más de 5 kWh/m2/día, con una variabilidad aproximada de ±10 % a lo largo y ancho de la isla. Cada metro cuadrado del territorio cubano recibe diariamente, como promedio anual, 5 kWh de energía solar, equivalente a la energía química acumulada en un litro de petróleo. Con el aprovechamiento tanto directo como indirecto de la energía solar se pueden satisfacer gran parte de nuestras necesidades energéticas (Pérez- Acosta , 2018). Se puede emplear en todas las épocas del año en el proceso de secado y darle mejor uso con los sistemas de secadores solares.

Incidencia de la Temperatura.

El 2023 resulto el año más cálido ocurrido en Cuba, desde 1951, al registrarse una temperatura media que superó 1.38 oC el promedio histórico de esta variable. (ISMET, 2024).

En la gráfica se muestra los valores de temperatura media anual durante el periodo 2003 - 2008 donde se refleja un aumento de la misma .Estos valores se tomaron en la Estación meteorológica del ICA. También se observa que ha existido un incremento del valor de temperatura media de 1.1 ^{o}C, entre la etapa del 2000-2009 que fue de 25.7 ^{o}C y el año 2021 que fue de 26.8 ^{o}C.

y = 0,67x + 22,75 R² = 0,8229 y = 0,72x + 21,05 R² = 0,8969 y = 0,47x + 25,2 R² = 0,8447 05 10

15 20 25 30 1970 1980 1990 2000 Temp. media Año Seca Lluvia Lineal (Año) Lineal (Seca) Lineal (Lluvia)

Este aumento de la temperatura es favorable para disminuir el tiempo de secado durante toda la época del año. Esto permite poder deshidratar los productos para conservarlos en forma de harina.

Incidencia de las precipitaciones

En el 2023 las precipitaciones mostraron una variabilidad anual marcada, con bajos reportes en los primeros meses del año. Este comportamiento propició la ocurrencia de sequía meteorológica y agrícola en parte del territorio nacional, la que disminuyó con el comportamiento de las lluvias en los meses del periodo lluvioso.

El acumulado de precipitaciones promedio anual durante el periodo en la Estación meteorológica del ICA(2008-2023) fue de 1596.63 mm, donde se destacan los años 2017,2022 y 2023 con precipitaciones totales superior a los 1700mm y los años 2022 y 2023 mayor a los 2000 mm, de precipitaciones.Estos valores se muestran en la tabla 1 .

CONCLUSIONES

La irradiación y los valores de temperatura influyen de forma positiva en el proceso de deshidratación en todo el año.

El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables sobre el proceso de secado, debido a que existe un incremento notable de la humedad relativa.

La Influencia de las variables meteorológicas en el proceso de secado permite evaluar cuál es la tecnología idónea a utilizar en cada época del año.

BIBLIOGRAFÍA

Reporte del Instituto de Meteorología de la República de Cuba(ISMET), 2024. Insmet.cu/asp/gen

Herrera, R. S 2006. La calidad. Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Instituto de ciencia Animal. La Habana – Cuba. Pag. 71

Global Solar Atlas(GSA), 2019

INTERJOVEN

HONGOS Y ENZIMAS: HERRAMIENTAS CLAVES EN SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES

FUNGI AND ENZYMES: KEY TOOLS IN SUSTAINABLE AGRICULTURAL SYSTEMS

Maryen Alberto Vazquez

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

**Autor para correspondencia: Maryne4e@gmail.com*

RESUMEN

La búsqueda de nuevas alternativas sostenibles de producción animal ha impulsado la investigación creciente sobre el uso de los hongos en este sector. Unido a la necesidad de minimizar el uso de los insumos convencionales de alimentación animal, así como de mejorar la eficiencia de utilización de estos, los hongos sobresalen como una fuerte herramienta que impulsa el desarrollo de la ganadería moderna. Este artículo de revisión sintetiza el conocimiento actual y expone las potencialidades que ofrecen los hongos para mejorar la sostenibilidad de la producción animal. El objetivo de esta revisión es analizar desde un punto de vista critico las aplicaciones de los hongos (hongos filamentos y levaduras) en la nutrición y salud animal, con un enfoque en su uso como productores de enzimas exógenas, pretratamiento biológico de alimentos, su uso como probióticos, así como su efecto en la fisiología digestiva y el rendimiento productivo de especies monogástricas y rumiantes. Se analizó críticamente para extraer los hallazgos, las tendencias y las perspectivas clave sobre los diversos roles de los hongos en la producción animal; además, se incorporaron los últimos avances en biotecnología fúngica y sus implicaciones para garantizar la sostenibilidad agropecuaria. Se concluye, que los hongos representan un potencial valioso y versátil para enfrentar los retos y desafíos de la producción animal moderna, constituyendo herramientas clave en la producción animal moderna gracias a su capacidad de generar enzimas y metabolitos que mejoran la eficiencia alimenticia, la salud animal y la sostenibilidad. En países en vías de desarrollo, su aplicación resulta estratégica, pues permite aprovechar residuos agrícolas abundantes y de bajo costo mediante enzimas fúngicas como celulasas, xylanasas y lacasas, transformándolos en insumos nutritivos y reduciendo desechos. Esta biotecnología promueve sistemas de producción más sostenibles, impulsa la bioeconomía circular y ofrece soluciones costo-efectivas que fortalecen la seguridad alimentaria y la resiliencia ambiental en contextos de recursos limitados.

Palabras clave: Hongos, producción animal, fermentación, monogástricos, rumiantes

ABSTRACT

The search for sustainable alternatives for animal production, together with the need to minimize the use of conventional feed inputs and improve their efficiency, has driven, within several investigations, those that use fungi for these purposes. This review article summarizes current

knowledge and exposes the potential that fungi offer to improve the sustainability of animal production. The objective of this review is to analyze from a critical perspective the applications of fungi (filamentous fungi and yeasts) in animal nutrition and health, with a focus on their use as producers of exogenous enzymes, biological pretreatment of feed, their use as probiotics, as well as their effect on the digestive physiology and productive performance of monogastric and ruminant species. In addition, the latest advances in fungal biotechnology and their implications for ensuring agricultural sustainability were incorporated. It is concluded that fungi represent a valuable and versatile potential to face the challenges of modern animal production. Fungi are emerging as key tools in modern animal production due to their ability to produce enzymes and metabolites that enhance feed efficiency, animal health, and overall sustainability. Their application is particularly strategic in developing countries, where abundant and low-cost agricultural residues can be converted into valuable feed resources through fungal enzymes such as cellulases, xylanases, and laccases. This biotechnological approach reduces waste, promotes circular bioeconomy practices, and provides cost-effective solutions that strengthen food security and environmental resilience under resource-limited conditions.

Key words: Fungi, animal production, fermentation, monogastrics, ruminants

INTRODUCCIÓN

La poblacion mundial crece a un ritmo vertiginoso, se prevee que en los próximos 50 a 60 años alcanzará un máximo de 10.300 millones de habitantes [1], recrudeciendose aun más la compleja situacion alimentaria internacional. Junto a ello, la necesidad de producción de alimentos se vuelve cada vez mas necesaria, de conjunto con el estudio de nuevas formas de alimentacion animal que no compitan con la alimentacion humana [2]. Ante este escenario, numerosas investigaciones se realizan con fin de lograr producciones mas sostenibles que garanticen la seguridad alimentaria de futuras generaciones, donde el desarrollo del sector agropecuario es un factor clave. Existen diferentes vias para impulsar este desarrollo. Dento de ellas sobresalen los estudios de mejoramiento de la calidad nutritiva de fuentes alternativas de alimento animal, evaluacion de nuevas tecnologias para la revalorizacion de la biomasa lignocelulosica y la adopción eficiente de herramientas biotecnologicas. Por citar un ejemplo: la incorporación de ingredientes alternativos en las dietas del ganado puede reducir los costos de alimentación y aumentar la rentabilidad, particularmente en las industrias porcina y avícola, donde los costos de alimentación representan entre 60 y 70% del costo total de producción [3].

Todas estas razones, justifican el creciente interes por la utilizacion de los hongos en la rama agropecuaria, ya que su campo de aplicación varia desde su utilidad como pretratamiento biologico de la fibra vegetal, hasta su gran potencial como fuente de enzimas y biomoleculas activas. Por muchos años, se han utilizado extensamente los hongos de forma general en la industria alimenticia, ya sea either consumed directly or used as additives to facilitate further food-processing techniques for producing specific food products. Fungi are utilized in food biotechnology as mushrooms, fermentative yeasts, and filamentous fungi, and they are known for their rich nutritional profile, thus contributing to cost savings within the food industry. Sin embargo, su utilización se ha dirigido más hacia la la alimentacion humana, y no asi en el caso de la produccion animal y el sector agropecurio.

Objetivo: Exponer las aplicaciones más importantes de estos microorganismos para la producción animal, asi como sus potencialidades futuras para el desarrollo agropecuario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la confección de este trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica disponible en bases de datos como Scopus, Web of Science, PubMed y Google Scholar- Se utilizaron palabras clave como "hongos", "producción animal", "probioticos", "enzimas fúngicas", "fermentación", "Monogástricos" y "rumiantes" en diversas combinaciones para identificar artículos, revisiones y capítulos de libros publicados entre 2000 y 2025

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación en la temática descrita, se discutirán algunos de los aspectos claves en la utilización de los hongos y sus enzimas en sistemas sostenibles de producción agropecuaria

Pretratamiento fúngico de la fibra vegetal

La creciente incorporación de mayores niveles de fibra en dietas de animales de interes productivo tiene beneficios económicos considerables, además de gran impacto social y medio ambiental [4]. Sin embargo, aún presenta grandes limitaciones a causa del bajo contenido de nitrógeno, alto contenido de fibra y baja densidad de nutrientes, aspectos que afectan sobre todo su utilizacion en la alimentación de especies monogástricas [5]. En estos casos, el pre tratamiento de la biomasa es una de las soluciones que permite mejorar la calidad nutritiva de estas fuentes y por ende tener un mejor aprovechamiento fisiologico [6].La literatura científica describe varios métodos de pre tratamiento que permiten modificar la estructura macroscópica y microscópica del material lignocelulósico. Su objetivo de aumentar el área superficial, reducir la cristalinidad de la celulosa y disociar el complejo celulosa-lignina, favorece la exposición del sustrato al proceso de hidrólisis [7]. Según su naturaleza, estos métodos se clasifican en pre tratamientos físicos, químicos y biológicos. Entre ellos, el pre tratamiento biológico se destaca por presentar menor consumo de energía, no emplear productos químicos agresivos, operar en condiciones cercanas al ambiente, además de permitir la reducción de inhibidores y productos químicos tóxicos en el medio de reacción [8]. El pre tratamiento biológico comprende, tanto el empleo de microorganismos lignocelulolíticos, como el uso de sus enzimas de forma aislada. En ambos casos, el punto crítico del proceso es el acceso a la matriz polisacarídica, aspecto que depende en gran medida de la composicón de la fibra y en especial del contenido de lignina [9].La complejidad estructural de la lignina, así como su estrecha asociación y entrecruzamiento químico con la fracción de carbohidratos de la pared celular de la planta, la convierte en una biomolécula de carácter complejo. Las enzimas que modifican este biopolímero son de tipo oxidativo, inespecíficas y actúan a través de mediadores no-protéicos en contraste con las enzimas hidrolíticas celulasas y hemicelulasas [10]. Por estas razones, la utilizacion de hongos para este fin es una de las tecnologias más extensas, ya que estos microorganismos son capaces de producir el complejo de enzimas que modifican la estructura de la lignina (lignina peroxidasa, manganeso peroxidasa y lacasas).

Utilización de consorcios microbianos

La combinación entre las enzimas que degradan la celulosa y aquellas que degradan la lignina, es fundamental para lograr una degradación más completa de sustratos fibrosos [12]. Según Singh et al. [13], los co-cultivos de hongos lignocelulolíticos son una solución efectiva para lograr una degradación mejor y más completa de la pared celular de la planta. Ghorai et al. [14] y Medina et al. [15] reportaron satisfactoriamente el uso de los co-cultivos de hongos basidiomicetos en la biodegradación de diferentes fuentes fibrosas para alimentación de rumiantes. El empleo de co-cultivos es una opción atrayente en la mejora de la calidad nutricional de los alimentos fibrosos alternativos.

Utilización de enzimas fúngicas

La utilización de las enzimas fúngicas de forma aislada o exógena como suele llamare, es posiblemente una de las aplicaciones de los hongos más extendida a nivel mundial. Su aplicación varía desde su uso como pretratamiento de la fibra, hasta su empleo como suplementos y aditivos que mejoran la utilización de los alimentos en el tracto gastrointestinal de animales de interés productivo. El cultivo de los hongos con vista a obtener de forma aislada sus enzimas, se busca en sustratos complejos para que puedan expresar gran parte de sus baterías enzimática. En la actualidad son numerosos los residuos y desechos que se generan a partir de procesos agroindustriales, que son particularmente útiles para el desarrollo y crecimiento de hongos. Dentro de estos residuos podemos encontrar los residuos de remolacha, la paja de trigo y de arroz, coronta de maíz, cáscara de plátano, bagazo de caña de azúcar y otras frutas que son ricas en celulosa, hemicelulosas y pectinas. Los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Trichoderma* son bien conocidos por ser potentes productores de glicosil hidrolasas y más ampliamente utilizado para la producción comercial de estas enzimas. También se encuentran estudios con *Tielavia terrestris*, *Achaetomium* sp. X2-8, *Rhizomucor pusillus*, *Rasamsonia emersonii*, *Talaromyces leycettanus*, *Aspergillus oryzae* LC1, *Aspergillus fumigatus* MA28 y *Cladosporium oxysporum*, entre otros.

Utilización de enzimas fúngicas en alimentación de especies monogastricas

Las enzimas fúngicas exógenas han sido uno de los avances biotecnológicos más destacados en la nutrición de animales monogástricos durante las últimas décadas. Esta estrategia nutricional se relaciona con una mejor utilización de los nutrientes, menor costo de alimentación y disminución del contenido de nitrógeno y fósforo (P) inorgánico del estiércol. Las enzimas más utilizadas en producción de animales monogastricos son: la fitasa, las carbohidrasas (β-glucanasa, xilanasa, celulosa, α-amilasa, pectinasa, α-galactosidasa, β-mananasa) y las proteasas. Estas enzimas se usan individualmente o en forma de complejos multienzimáticos, también llamados mezclas de enzimas.

Enzimas fúngicas en alimentación de rumiantes

Las enzimas fúngicas más utilizadas en sistemas de alimentación de rumiantes son las enzimas fibroliticas, claves para mejorar la eficiencia digestiva de los componentes fibrosos de la dieta como la celulosa y la hemicelulosa. Estas enzimas mejoran la disgestibilidad del alimento, aumentan la producción de Ácidos grasos volátiles (AGV), que son una de las principales fuentes de energía para estas especies. Los productos disponiles en el mercado a base de estas enzimas en

muchas ocasiones se componen de celulasas, xilanasa, b- glucanas o mezclas de ellas, obtenidas a partir de hongos celulolíticos como *trichoderma longibrachiatum, Aspergillus niger*, entre otros.

Hongos como aditivos probióticos en sistemas de alimentación animal

La utilización de aditivos probióticos en sistemas de alimentación animal, es la garantía de un uso más eficiente de los recursos disponibles. Dentro de este grupo se encuentran, bacterias, hongos y levaduras. La mayoría de las bacterias utilizadas en los rumiantes pertenecen a las especies *Lactobacillus, Carnobacterium, Bifidobacterium, Pediococcus, Lactococcus, Leuconostoc Enterococcus, Streptococcus, Propionibacterium* y ciertas especies de Bacillus. Entre los hongos, se destacan el *Aspergillus oryzae* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y *S. boulardii*. En general, los cultivos de bacterias se utilizan más en los animales jóvenes (prerrumiantes), los cultivos fúngicos, en animales de ceba y en hembras en lactación

Perspectivas futuras de los hongos en producción animal

- ✓ Fuente potencial de proteínas (micoproteinas)

Estos organismos han mostrado numerosas propiedades beneficiosas en la producción de alimentos. Diversas especies de hongos se utilizan para producir diferentes alimentos y productos fermentados. En los últimos años, la investigación se ha centrado en las proteínas derivadas de hongos (conocidas como micoproteínas) utilizando diversos tipos de hongos filamentosos (Rhizopus oryzae, Aspergillus oryzae, Neurospora intermedia y Monascus purpureus). Las micoproteínas poseen valores nutricionales y propiedades funcionales favorables, lo que las convierte en un sustituto potencialmente viable de las proteínas animales convencionales en la industria alimentaria.

- ✓ Producción de Alimentos Derivados de Hongos por fermentación en estado sólido SSF

La SSF fúngica puede mejorar el perfil nutricional y la bioaccesibilidad que contienen la mayoría de los cultivos y sus subproductos. Estudios han demostrado que estas proteínas permiten la producción de cultivos de mejor calidad. Según estos mismos estudios, los hongos comestibles presentan un mayor contenido proteico y una composición de aminoácidos más deseable. Las ventajas de los hongos comestibles en comparación con los hongos comunes los convierten en una posible fuente de sustitutos alimentarios.

CONCLUSIONES

La producción animal actual enfrenta variados desafíos, donde la escases de alimentos, es uno de los más complejos. Al respecto, los hongos sobresalen como una solución alentadora y efectiva que permitirá asumir los retos del presente siglo. El papel fundamental de los hongos, ya sea como fuente de obtención de enzimas, como probióticos o incluso como alimento en sí, seguirá siendo trascendental para el desarrollo de la producción animal. Su utilización y eficiencia en la degradación de desechos agrícolas y revalorización de diversos residuos los convierten en una herramienta que aún no alcanza todo su potencial. Por lo que futuras investigaciones continuarán la búsqueda y evaluación de todo el potencial que estos microrganismos aún tienen por ofrecer.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

United Nations. 2024. World Population Prospects 2024: Summary of Results. UN DESA/POP/2024/TR/NO. 9. New

Muscat, A., de Olde, E.M., de Boer, I.J.M., Ripoll-Bosch, R., 2020. The battle for biomass: A systematic review of food-feed-fuel competition. Glob. Food Sec. 25, 100330. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100330

Woyengo TA, Beltranena E, Zijlstra RT. Nonruminant Nutrition Symposium: Controlling feed cost by including alternative ingredients into pig diets: a review. J Anim Sci. 2014 Apr;92(4):1293-305. doi: 10.2527/jas.2013-7169. Epub 2014 Feb 3. PMID: 24492540.

Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J. C. y García, C. 2016. Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (Lactuca sativa L.) crops—Effects on soil and plant. Soil and Tillage Research, 160, pp. 14-22. https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.005

Saval S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. Bio-Tecnología, 16 (2), pp. 14-16.

Aguiar, N., Chicaiza, E., Santana, K. y Caicedo, W. O. 2019. Composición química de subproductos agroindustriales destinados para la alimentación de cerdos. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. En línea: https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/subproductosalimentacioncerdos.htmL/

Hendriks. M. y Zeeman, G. 2009. Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass". Bioresour Technol, 100 (1), pp. 10-18. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.05.027

Van Dyk, J. S. y Pletschke, B. I. 2012. A reviews of lignocelluloses bioconversion using enzymatic hydrolysis and synergistic cooperation between enzymes factor affecting enzymes, conversion and synergy. Biotechnology Advances, 30, pp. 1458-1480.

Bala, A. y Singh, B. 2019. Development of an environmental-benign process for efficient pretreatment and saccharification of Saccharum biomasses for bioethanol production. Renewable Energy, 130, pp. 12-24. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.06.033/

Mehandiaa, S., Shailendra, S. y Arya, K. 2020. Isolation and characterization of an alkali and thermostable laccase from a novel Alcaligenes faecalis and its application in decolorization of synthetic dyes. Biotechnology Reports, 25, e00413. https://doi.org/10.1016/j.btre.2019.e00413/

Huang, S., Huang, D., Wu, Q., Hou, M., Tang. X. y Zhou. J. 2017. The effects of environmental C/N on the activities of lignin-degrading enzymes produced by Phanerochaete chrysosporium. Pedosphere, 30 (2), pp. 285-292. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60391-6

Lillington P, Leggieri P, Heom K, O'Malley M. Nature's recyclers: anaerobic microbial communities drive crude biomass deconstruction. Curr Opin. 2020; 62:38-47. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2019.08.015/

Singh GD, Singh HO, Kaur S, Bansal Sl, Kaur SB. Value-addition of agricultural wastes for augmented cellulase and xylanase production through solid-state tray fermentation employing mixed-culture of fungi. Ind Crops Prod. 2011; 34(1):1160-1167. https://doi.org/10.1016/j.

indcrop.2011.04.001Ghorai S, Banik SP, Verma D, Chowdhury S, Khowala S. Fungal biotechnology in food and feed processing. Int Food Res J. 2009; 42 (5-6):577-587. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.02.019

Medina GE, Barragán H, Hernández CE, Martínez CA, Soto G. Uso de basidiomicetos nativos en la biotransformación del pasto buffel (Cenchrus ciliaris) para mejorar la calidad nutricional. Rev Mex Mic. 2016; 43:31-35. http://scientiafungorum.org.mx/index.php/micologia/article/view/1153/1332

INTERJOVEN

DESARROLLO DE CULTIVOS MÁS EFICIENTES CON EL EMPLEO DE NANOPARTÍCULAS DE CARBONO

DEVELOPMENT OF MORE EFFICIENT CROPS USING CARBON NANOPARTICLES

Claudia Herrera Diago[1 *], Saray Sánchez Cárdenas, Leira Liz Rodriguez Betancourt[2], Iván Herrera Herrera[2], Yarima Sánchez García[2]

[1]Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.

[2]Centro de Estudios Avanzados (CEA), Cuba.

**Autor para correspondencia: herreradiago.92@gmail.com*

RESUMEN

La agricultura moderna enfrenta el desafío de incrementar la productividad de los cultivos de forma sostenible, en un contexto marcado por el cambio climático, la degradación de los suelos y la creciente demanda de alimentos. En este escenario, las nanotecnologías emergen como herramientas innovadoras capaces de contribuir al desarrollo agrícola mediante el empleo de nanomateriales con propiedades fisicoquímicas superiores. Entre ellos, las nanopartículas de carbono han despertado gran interés científico debido a su biocompatibilidad y capacidad para interactuar con sistemas biológicos vegetales. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el empleo de nanopartículas de carbono para el desarrollo de cultivos más eficientes y sostenibles. Para ello, se efectuó una búsqueda en artículos científicos indexados relacionados con nanotecnología agrícola y aplicaciones de nanopartículas de carbono en cultivos. Diversos estudios reportan que estos nanomateriales favorecen la germinación, el crecimiento vegetal, la eficiencia fotosintética y la absorción de nutrientes, además de incrementar la tolerancia frente a condiciones de estrés abiótico. Asimismo, se evidencian resultados promisorios en cultivos agrícolas y especies forrajeras mediante el uso de puntos cuánticos de carbono, nanotubos de carbono y otras nanoestructuras carbonosas. En Cuba, el Centro de Estudios Avanzados (CEA), como centro rector de nanociencia y nanotecnologías, ha impulsado investigaciones orientadas al sector agropecuario. En este sentido, la Estación Experimental Indio Hatuey inició acciones de colaboración científica con el centro para la implementación de nanopartículas de carbono en especies de interés agropecuario como *Leucaena leucocephala*.

Palabras clave: nanotecnología agrícola, nanopartículas de carbono, eficiencia vegetal, agricultura sostenible, leucaena.

ABSTRACT

Modern agriculture faces the challenge of increasing crop productivity sustainably in a context marked by climate change, soil degradation and growing food demand. In this scenario, nanotechnologies emerge as innovative tools capable of contributing to agricultural development through the use of nanomaterials with superior physicochemical properties. Among them, carbon nanoparticles have attracted considerable scientific interest due to their high surface area, biocompatibility and ability to interact with plant biological systems. The objective of this work was to conduct a bibliographic review on the use of carbon nanoparticles for the development of more efficient and sustainable crops. A literature search was carried out using indexed scientific articles related to agricultural nanotechnology and applications of carbon nanoparticles in plants. Several studies report that these nanomaterials promote seed germination, plant growth, photosynthetic efficiency and nutrient uptake, while also increasing tolerance to abiotic stress conditions. Promising results have also been reported in agricultural crops and forage species using carbon quantum dots, carbon nanotubes and other carbon nanostructures. In Cuba, the Center for Advanced Studies (CEA), as the leading institution in nanoscience and nanotechnology, has promoted research aimed at the agricultural sector. In this context, the Indio Hatuey Experimental Station initiated scientific collaboration with the CEA for the implementation of carbon nanoparticles in species of agricultural interest such as *Leucaena leucocephala*.

Key words: agricultural nanotechnology, carbon nanoparticles, plant efficiency, sustainable agriculture, leucaena

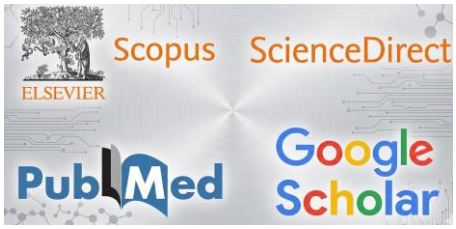
INTRODUCCIÓN

La agricultura constituye uno de los sectores estratégicos para garantizar la seguridad alimentaria mundial. Sin embargo, el incremento de la población, las limitaciones en la disponibilidad de recursos naturales y los efectos asociados al cambio climático han generado la necesidad de desarrollar tecnologías capaces de aumentar la productividad agrícola de manera sostenible (Kah *et al.*, 2018). En este contexto, las nanotecnologías han adquirido relevancia debido a sus múltiples aplicaciones en áreas como la medicina, la industria y la agricultura.

La nanotecnología agrícola se enfoca en el uso de nanomateriales para mejorar procesos fisiológicos y productivos en las plantas, incrementar la eficiencia en el uso de nutrientes y favorecer la resistencia frente a factores de estrés biótico y abiótico (Lowry *et al.*, 2019). Entre los nanomateriales más estudiados se encuentran las nanopartículas de carbono, incluyendo nanotubos de carbono, grafeno y puntos cuánticos de carbono, las cuales poseen propiedades ópticas, químicas y biológicas que favorecen su interacción con tejidos vegetales (Verma *et al.*, 2019). Diversos autores han demostrado que estas nanoestructuras pueden estimular la germinación, el crecimiento radicular, la fotosíntesis y el metabolismo antioxidante en diferentes especies vegetales (Tripathi *et al.*, 2017).

En Cuba, el Centro de Estudios Avanzados (CEA) constituye el centro rector de las investigaciones en nanociencias y nanotecnologías, promoviendo el desarrollo de nuevas aplicaciones orientadas al sector agropecuario. En este sentido, la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey inició acciones de colaboración científica con el CEA para la

implementación de nanopartículas de carbono en especies de interés agrícola y forrajero como *Leucaena leucocephala*. En correspondencia con estas proyecciones científicas y tecnológicas, el presente trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión bibliográfica sobre el empleo de nanopartículas de carbono para el desarrollo de cultivos más eficientes y sostenibles.



MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de artículos científicos indexados en bases de datos especializadas como Scopus, ScienceDirect, PubMed y Google Scholar, centrada en el empleo de nanopartículas de carbono en el ámbito agrícola. La búsqueda abarcó publicaciones comprendidas, fundamentalmente, entre los años 2015 y 2025.

Para la recopilación de la información, se utilizaron términos clave tanto en español como en inglés, entre ellos: "nanopartículas de carbono", "carbon nanoparticles", "carbon quantum dots", "*agricultural nanotechnology*", "*plant growth*" y "*crop efficiency*". Se seleccionaron trabajos que abordaran el impacto de los nanomateriales carbonosos en la germinación, el desarrollo vegetal, la asimilación de nutrientes, la fotosíntesis y la tolerancia al estrés en las plantas.

Los datos obtenidos se sistematizaron y examinaron mediante la comparación de los hallazgos reportados por distintos autores, poniendo especial atención a las posibles aplicaciones de las nanopartículas de carbono en el fomento de una agricultura sostenible.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversos estudios demuestran que las nanopartículas de carbono poseen efectos positivos sobre el desarrollo y productividad de las plantas. Estas nanoestructuras presentan elevada estabilidad química, biocompatibilidad y capacidad de penetrar tejidos vegetales, lo que facilita su interacción con procesos fisiológicos fundamentales (Verma *et al.,* 2019).

Investigaciones realizadas por Tripathi *et al.* (2017) evidenciaron que los nanotubos de carbono favorecen la germinación de semillas y el crecimiento radicular en diferentes especies agrícolas. De igual forma, Ren *et al.* (2020) reportaron incrementos en la actividad fotosintética y en la absorción de nutrientes mediante la aplicación de puntos cuánticos de carbono. Estos resultados sugieren que las nanopartículas carbonosas pueden contribuir a mejorar la eficiencia metabólica y el rendimiento vegetal.

Otros autores han señalado que las nanopartículas de carbono participan en la regulación de mecanismos antioxidantes y en la mitigación de estrés salino e hídrico en las plantas (Khodakovskaya *et al.,* 2012). La capacidad de estas nanoestructuras para actuar como transportadores de nutrientes y moléculas bioactivas constituye una de las principales ventajas de

su aplicación agrícola. Asimismo, se ha descrito que las nanopartículas de carbono pueden estimular la expresión génica relacionada con procesos de crecimiento y defensa vegetal (Wang *et al.*, 2021) que a continuación, se muestra en la imagen 1.



Imagen 1. Estimulación de la expresión génica relacionada con procesos de crecimiento y defensa vegetal de diferentes cultivos con el empleo de nanopartículas de carbono.

En el ámbito de la agricultura sostenible, las nanopartículas de carbono representan una alternativa prometedora para disminuir el uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos convencionales, favoreciendo una producción más eficiente y con menor impacto ambiental. No obstante, diversos investigadores coinciden en la necesidad de profundizar en estudios relacionados con toxicidad, bioacumulación y efectos a largo plazo en ecosistemas agrícolas (Lowry *et al.*, 2019).

En Cuba, el desarrollo de investigaciones asociadas a las nanotecnologías aplicadas a la agricultura constituye una línea emergente de elevado interés científico. El CEA, como institución rectora en nanotecnologías, ha promovido colaboraciones interdisciplinarias dirigidas al empleo de nanopartículas de carbono en especies vegetales de interés agropecuario. En este contexto, la Estación Experimental Indio Hatuey comenzó acciones de colaboración científica orientadas a evaluar el potencial de estas nanoestructuras en especies forrajeras como *Leucaena leucocephala*, lo cual podría contribuir al fortalecimiento de sistemas ganaderos sostenibles (Ver imagen 2).



Imagen 2. Evaluación preliminar del crecimiento de la Leucaena Leucaena leucocephala con el empleo de nanopartículas de carbono en el Centro de Estudios Avanzados de Cuba.

La *Leucaena leucocephala* constituye una de las especies forrajeras de mayor importancia en los sistemas ganaderos tropicales debido a su elevado valor nutricional, alta producción de biomasa y capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas. Esta leguminosa arbórea presenta elevados contenidos de proteína y buena digestibilidad, por lo que es ampliamente utilizada en la alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Además, contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno y favorece la sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles.

La *Leucaena leucocephala* constituye una de las especies forrajeras de mayor importancia en los sistemas ganaderos tropicales debido a su elevado valor nutricional, alta producción de biomasa y capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas. Esta leguminosa arbórea presenta elevados contenidos de proteína y buena digestibilidad, por lo que es ampliamente utilizada en la alimentación de bovinos, ovinos y caprinos. Además, contribuye al mejoramiento de la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno y favorece la sostenibilidad de los sistemas silvopastoriles. En este sentido, la aplicación de nanopartículas de carbono en esta especie podría representar una alternativa innovadora para potenciar su crecimiento, productividad y tolerancia frente a condiciones de estrés ambiental, incrementando así la eficiencia de la producción animal.

En este sentido, la aplicación de nanopartículas de carbono en esta especie podría representar una alternativa innovadora para potenciar su crecimiento, productividad y tolerancia frente a condiciones de estrés ambiental, incrementando así la eficiencia de la producción animal.

CONCLUSIONES

Las nanopartículas de carbono constituyen herramientas prometedoras para el desarrollo de cultivos más eficientes y sostenibles debido a su capacidad para estimular procesos fisiológicos relacionados con la germinación, crecimiento vegetal, absorción de nutrientes y tolerancia al estrés.

Los estudios revisados evidencian resultados favorables en diversas especies agrícolas mediante el empleo de nanotubos de carbono y puntos cuánticos de carbono.

En Cuba, el fortalecimiento de colaboraciones entre instituciones como la Estación Experimental Indio Hatuey y el Centro de Estudios Avanzados representa una oportunidad para impulsar investigaciones en nanotecnología agrícola orientadas al mejoramiento sostenible de los sistemas productivos.

BIBLIOGRAFÍA

Kah, M., Kookana, R.S., Gogos, A. & Bucheli, T.D. 2018. A critical evaluation of nanopesticides and nanofertilizers against their conventional analogues. *Nature Nanotechnology*, 13: 677-684.

Khodakovskaya, M., Kim, B., Kim, J.N., Alimohammadi, M., Dervishi, E., Mustafa, T. & Cernigla, C. 2012. Carbon nanotubes as plant growth regulators: effects on tomato growth, reproductive system, and soil microbial community. Small, 9(1): 115-123.

Lowry, G.V., Avellan, A. & Gilbertson, L.M. 2019. Opportunities and challenges for nanotechnology in the agri-tech revolution. Nature Nanotechnology, 14: 517-522.

Ren, W., Chang, H. & Teng, Y. 2020. Sulfur-doped carbon dots for plant growth stimulation and bioimaging. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 68(48): 13913-13921.

Tripathi, D.K., Singh, S., Singh, V.P., Prasad, S.M., Dubey, N.K. & Chauhan, D.K. 2017. Silicon nanoparticles more effectively alleviate arsenate toxicity than silicon in maize cultiver. Plant Physiology and Biochemistry, 110: 70-81.

Verma, S.K., Das, A.K., Patel, M.K., Shah, A., Kumar, V. & Gantait, S. 2019. Engineered nanomaterials for plant growth and development: A perspective analysis. Science of the Total Environment, 630: 1413-1435.

Wang, P., Lombi, E., Zhao, F.J. & Kopittke, P.M. 2021. Nanotechnology: A new opportunity in plant sciences. Trends in Plant Science, 26(7): 699-712.

INTERJOVEN



INTERJOVEN

SECCIÓN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS RESILIENTES







SISTEMAS SILVOPASTORILES: UNA SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA PARA MEJORAR LA RESILIENCIA DE LA PRODUCCIÓN GANADERA

SILVOPASTORAL SYSTEMS: A NATURE BASE SOLUTION TO IMPROVE RESILIENCE IN LIVESTOCK PRODUCTION

Julián Chará

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV, Colombia.

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son reconocidos como una de las estrategias más efectivas para aumentar la resiliencia de la producción ganadera frente al cambio climático. La incorporación de árboles y arbustos en las pasturas mejora la productividad, la estabilidad de la producción y la capacidad de adaptación de las fincas ganaderas. Uno de los principales beneficios de los SSP es el aumento de la disponibilidad y calidad del forraje durante todo el año y en especial durante los períodos secos, y reduce la vulnerabilidad de los sistemas ante sequías prolongadas. Asimismo, la mejora en el contenido de proteína y la digestibilidad de la dieta favorece una mayor eficiencia productiva. Los SSP también generan condiciones microclimáticas más favorables para los animales. La sombra proporcionada por los árboles reduce la temperatura ambiental y la radiación solar, disminuyendo el estrés térmico. Como resultado, los animales presentan menores frecuencias respiratorias y temperaturas corporales, y destinan una mayor proporción de energía al crecimiento, la producción y la reproducción. Adicionalmente, estos sistemas contribuyen a mejorar la salud del suelo mediante un mayor aporte de materia orgánica, mejor infiltración de agua y reciclaje de nutrientes, lo que favorece la productividad de las pasturas y la recuperación frente a eventos climáticos extremos. En conjunto, los SSP fortalecen la capacidad de los sistemas ganaderos para anticipar, absorber, adaptarse y recuperarse de perturbaciones climáticas, manteniendo la productividad, las funciones ecosistémicas y los medios de vida de las familias productoras a largo plazo.

Palabras clave: adaptación, cambio climático, confort animal, sombra

ABSTRACT

Silvopastoral systems (SPS) are recognized as one of the most effective strategies for increasing the resilience of livestock production to climate change. The integration of trees and shrubs into pastures enhances productivity, production stability, and the adaptive capacity of livestock farms. One of the main benefits of SPS is the increased availability and quality of forage throughout the year, particularly during dry periods, which reduces the vulnerability of production systems to prolonged droughts. In addition, improvements in dietary protein content and digestibility contribute to greater productive efficiency. SPS also create more favorable microclimatic conditions for livestock. Shade provided by trees reduces ambient temperature and solar radiation, thereby decreasing heat stress. As a result, animals exhibit lower respiratory rates and body temperatures and can allocate a greater proportion of their energy to growth, production,

and reproduction. Furthermore, these systems contribute to improved soil health through increased organic matter inputs, enhanced water infiltration, and more efficient nutrient cycling. These processes support pasture productivity and facilitate recovery following extreme climatic events. Overall, SPS strengthen the capacity of livestock systems to anticipate, absorb, adapt to, and recover from climatic disturbances while maintaining productivity, ecosystem functions, and the livelihoods of farming families over the long term.

Key words: adaptation, climate change, animal comfort, shade

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) han sido ampliamente promovidos en América Latina como una estrategia para incrementar la productividad ganadera, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, aportar a la provisión de servicios ambientales y mejorar la resiliencia de la producción ganadera. De acuerdo con Field et al. (2014) y Meuwissen et al. (2019), la resiliencia de sistemas agropecuarios puede definirse como la capacidad de estos para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de perturbaciones o tensiones de diversa naturaleza, mientras mantienen sus funciones esenciales, su productividad, la provisión de servicios ecosistémicos y los medios de vida de quienes dependen de ellos. En un marco amplio, la resiliencia incluye conceptos relacionados con la continuidad de la producción, el soporte a los medios de vida de productores y comunidades, la capacidad institucional y la sostenibilidad en el largo plazo. Para el contexto de la producción ganadera a nivel predial y local en América Latina y el Caribe, esto significa que eventos como sequías, olas de calor, lluvias intensas, brotes de enfermedades, heladas y volatilidad de los mercados, entre otros, pueden afectar el desempeño temporalmente pero el sistema permanece funcional y con capacidad de recuperase y mantenerse en el tiempo.

El presente documento hace una breve revisión de los principales resultados de estudios relacionados con el impacto de los SSP sobre varios aspectos de la resiliencia de la ganadería principalmente en lo relacionado con el cambio y la variabilidad climática en la región. Este análisis incluye la estabilidad en la producción de forrajes y su calidad, la reducción de condiciones de estrés ambiental para los animales en producción y sus efectos sobre el confort térmico y la producción.

SISTEMAS SILVOPASTORILES Y RESILIENCIA

Durante las últimas décadas, las investigaciones realizadas en diferentes países de América latina y el Caribe han documentado efectos positivos de la incorporación de árboles y arbustos forrajeros sobre la producción de biomasa, la producción animal y la reducción del estrés térmico del ganado. Esto incluye indicadores relacionados con la producción anual de forrajes y la estabilidad de la producción en estaciones secas, la diversidad de especies que se usan para la alimentación, el desempeño productivo y reproductivo de los animales y la reducción del estrés calórico.

Estabilidad en la producción de forraje

Uno de los mecanismos más importantes mediante los cuales los SSP incrementan la resiliencia es la diversificación vertical de la producción de biomasa. La combinación de gramíneas, arbustos forrajeros y árboles permite aprovechar mejor la radiación solar, el agua y los nutrientes del suelo. En sistemas silvopastoriles intensivos basados en *L. leucocephala* y *Megathyrsus maximus* evaluados en México, la producción de forraje osciló entre 6,5 y 6,9 t de materia seca (MS) ha^{-1} por ciclo de crecimiento para el componente asociado, mientras que la leucaena presentó contenidos de proteína cruda entre 26 y 29%, muy superiores a los observados en gramíneas tropicales convencionales (Sarabia-Salgado et al. 2020).

En Colombia, en SSP intensivos se han reportado disponibilidades anuales superiores a 20–30 t MS ha^{-1} $año^{-1}$ cuando se suman los aportes de gramíneas, arbustos y árboles forrajeros, permitiendo sostener cargas animales entre 3 y 5 unidades animales ha^{-1}, frente a valores frecuentemente inferiores a 1 UA ha^{-1} en sistemas extensivos convencionales (Chará et al. 2019). Además de incrementar la cantidad de forraje, los SSP mejoran su calidad nutricional. La inclusión de leucaena, botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y otras especies arbustivas incrementa el contenido proteico de la dieta, aumenta el consumo voluntario y mejora la digestibilidad. Estos efectos son especialmente importantes durante la época seca, cuando la calidad de las gramíneas tropicales suele disminuir drásticamente (Narváez-Herrera et al. 2025).

Adicionalmente, muchos árboles presentes en el bosque seco tropical durante las épocas de menor precipitación proveen hojas (frescas y secas), vainas y frutos de alto valor en proteína y energía que son una importante fuente de nutrientes para los animales en pastoreo en las épocas más críticas. Tal es el caso de *Samanea saman, Enterolobium cyclocarpum, Albizia guachapele, Gliricidia sepium, Erythrina spp., Pythecellobium dulce, Prosopis juliflora, Guazuma ulmifolia y Cassia spp*., entre otros. La hojarasca, exudados, frutas y ramas de estos árboles contribuyen también a mejorar la biota del suelo y a conservar la humedad para la producción de forrajes (Apolinário et al. 2016, Vallejo et al. 2012).

Impacto en la producción animal

La mejora en la oferta y calidad del forraje se refleja directamente en la productividad animal. En un estudio con vacas cruzadas en sistemas con leucaena y gramíneas tropicales comparados con monocultivos de pasto, la producción promedio de leche aumentó de 4,7 a 7,4 kg $vaca^{-1}$ $día^{-1}$, equivalente a un incremento cercano al 57% cuando se incorporó el arbusto forrajero (Sarabia-Salgado et al. 2020). En el Valle del Cauca, Colombia, la transición desde pasturas fertilizadas hacia SSP intensivos con aproximadamente 10.000 arbustos de leucaena ha^{-1} permitió aumentar la carga animal de 3,5 a 4,5 animales ha^{-1} y elevar la producción anual de leche desde aproximadamente 9.000 hasta 15.000 litros ha^{-1} $año^{-1}$, eliminando simultáneamente el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos y la necesidad de riego en los sistemas. (Chará et al. 2019).

En cuanto a producción de carne, diversos estudios reportan producciones superiores a 800–1.200 kg de peso vivo ha^{-1} $año^{-1}$ en SSP intensivos, mientras que sistemas extensivos tradicionales frecuentemente presentan valores inferiores a 200–300 kg ha^{-1} $año^{-1}$. Aunque los resultados varían según clima, manejo y composición vegetal, la tendencia es consistente en toda la región (Rivera et al. 2023).

Confort térmico y regulación microclimática

La mitigación del estrés térmico en el ganado es una de las contribuciones más importantes de los SSP para la adaptación climática. La presencia de árboles modifica significativamente el microclima del potrero mediante la reducción de la radiación solar incidente y la disminución de la temperatura del aire y la de la superficie del suelo. Diversos estudios realizados en Colombia, Brasil y Centroamérica muestran reducciones de temperatura ambiente entre 2 y 5 °C bajo la sombra de árboles dispersos o arreglos silvopastoriles, mientras que la temperatura de la superficie corporal puede disminuir entre 3 y 6 °C respecto a animales en áreas completamente expuestas al sol (Zúñiga-López et al. 2016). En un estudio llevado a cabo por Rivera et al. (2026) en el Caribe seco colombiano, se encontró que en los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos de la zona el ganado tenía una temperatura superficial promedio 3°C por debajo de la encontrada en el sistema convencional, con diferencias de hasta 5°C en las horas más calurosas del día. El estrés térmico en los animales se mostró en la frecuencia respiratoria que osciló entre 30 y 34 por minuto para las vacas en SSP y entre 36 y 43 respiraciones por minuto para las que estaban en un sistema convencional. La disminución del gasto energético destinado a la termorregulación permite que una mayor proporción de la energía consumida se destine a producción de leche, crecimiento o reproducción. Adicionalmente, los animales en el SSP tienden a dedicar más horas al día al pastoreo que los del sistema convencional que disminuyen la actividad en las horas más calurosas del día.

CONCLUSIONES

Los estudios desarrollados en América Latina demuestran que los SSP constituyen una de las estrategias más efectivas para aumentar la resiliencia climática de la ganadería tropical. Los estudios revisados muestran incrementos sustanciales en la disponibilidad y calidad del forraje, aumentos de 30–60% en producción individual de leche, incrementos de la capacidad de carga superiores al 40%, producciones de leche por hectárea que pueden aumentar de 9.000 a 15.000 L ha^{-1} $año^{-1}$ y reducciones de 2–5 °C en la temperatura ambiental percibida por los animales. Asimismo, se observan disminuciones significativas en frecuencia respiratoria y temperatura corporal, indicadores directos de una menor carga térmica. En conjunto, estos resultados confirman que los SSP permiten simultáneamente mejorar la productividad, el bienestar animal y la capacidad de adaptación de los sistemas ganaderos frente a escenarios de cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

Apolinário CX et al. 2016. Arboreal legume litter contribution to a tropical silvopasture. Agronomy journal 108: 2478-2484. doi:10.2134/agronj2016.02.0120

Chará, J., Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio, E., Calle, Z. & Giraldo C. 2019. Intensive silvopastoral systems with Leucaena leucocephala in Latin America. Tropical Grasslands 7: 259-266. https://doi.org/10.17138/tgft(7)259-266

Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., et al. (Eds.). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press.

Meuwissen, M.P.M., Feindt, P.H., Spiegel, A., et al. 2019. A framework to assess the resilience of farming systems. Agricultural Systems 176:102656.

Mojica-Rodríguez J.E. et al. 2019. Cattle Productivity and Carbon Stock in Silvopastoral Systems with Leucaena in the Colombian Dry Caribbean. Recovered from: http://hdl.handle.net/20.500.12324/35543.

Rivera, J.E. Chará, J., Murgueitio, E., Molina, J.J. & Barahona, R. 2019. Feeding leucaena to dairy cows in intensive silvopastoral systems in Colombia and Mexico. Tropical Grasslands 7:. https://doi.org/10.17138/tgft(7)370-374

Sarabia-Salgado, L., Solorio-Sánchez, F., Ramírez-Avilés, L., Rodrigues, B.J., Ku-Vera J, Aguilar-Pérez C., Urquiaga, S., Boddey, RM. 2020. Increase in Milk Yield from Cows through Improvement of Forage Production Using the N2-Fixing Legume Leucaena leucocephala in a Silvopastoral System. Animals (Basel). 23;10(4):734. doi: 10.3390/ani10040734.

Vallejo V., Arbeli Z., Terán W., Lorenz N., Dick R., Roldán F. 2012. Effect of land management and Prosopis juliflora (Sw.) DC trees on soil microbial community and enzymatic activities in intensive silvopastoral systems of Colombia. Agriculture, Ecosystems and Environment 150: 139– 148.

Zúñiga-López, A., Benavides, J., Cubides, J., Flores, D., García, F. 2016. Evaluation of Thermal Comfort of Dairy Cows in Silvopastoral and Monoculture Systems of Boyacá. Recovered from: http://hdl.handle.net/20.500.12324/22126

INTERJOVEN

ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO A LA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA Y ENERGÉTICA EN FINCAS GANADERAS DIVERSIFICADAS

TECNICAL SUPPORT FOR THE AGROECOLOGICAL AND ENERGY TRANSITION IN DIVERSIFIED LIVESTOCK FARMS

Dayleni Fortes González[1]*, Rafael Rodríguez Hernández[1], Vivian Leiva González[2], Aurelia M. Castellanos Quintero[2], Jesús Reyes Fernández[3], Ernesto Y. Cintra Rodríguez[4] y Yuliet Caballero Reyna[4]

[1] *Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba*
[2] *Asociación Cubana de Producción Animal, Filial La Habana, Cuba*
[3] *Movimiento por la Paz, el Desarme y la Libertad (MPDL), España*
[4] *Productor Empresa Pecuaria Bacuranao, Cuba*
[*] *Autor para correspondencia: dayleni2000@gmail.com*

RESUMEN

La transición agroecológica y energética en fincas ganaderas diversificadas de Cuba enfrenta barreras técnicas y de acompañamiento. El objetivo de este trabajo fue sistematizar una experiencia de acompañamiento técnico participativo en fincas de La Habana y Mayabeque (2024-2025), basada en la colaboración entre el Instituto de Ciencia Animal (ICA), la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) y la ONG española MPDL. La metodología incluyó: diagnóstico participativo para línea base, identificación de demandas tecnológicas y de capacitación, elaboración colectiva de un plan de acción con cronograma, y seguimiento mediante visitas técnicas periódicas, capacitaciones a productores y talleres participativos. Los resultados preliminares mostraron mejoras en la diversificación de cultivos y forrajes, así como en la percepción de autonomía energética mediante el uso de tracción animal y tecnologías fotovoltaicas. La discusión resalta la importancia del acompañamiento continuo, la colaboración interinstitucional y el rol de los jóvenes rurales. Se concluye que este enfoque fortalece las capacidades locales para la doble transición, aunque persisten limitaciones materiales significativas.

Palabras clave: acompañamiento técnico, agroecología, cercas eléctricas, energía solar fotovoltaica, ganadería diversificada

ABSTRACT

The agroecological and energy transition in diversified livestock farms in Cuba faces technical and support barriers. This study systematizes a participatory technical support experience in three farms of Havana and Mayabeque (2024-2025), based on collaboration between the Institute of Animal Science (ICA), the Cuban Association of Animal Production (ACPA) and the Spanish NGO MPDL. The methodology included: participatory diagnosis for baseline, identification of technological and training demands, collective action plan with schedule, and follow-up through periodic technical visits, farmer training and participatory workshops. Preliminary results showed

improvements in crop and forage diversification, as well as in perceived energy autonomy through the use of animal traction and photovoltaic technologies. The discussion highlights the importance of continuous support, inter-institutional collaboration, and the role of rural youth. We conclude that this approach strengthens local capacities for transition, although significant material limitations persist.

Key words: technical support, agroecology, electric fences, photovoltaic solar energy, diversified livestock

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la ganadería diversificada enfrenta limitaciones estructurales derivadas de la escasez de insumos externos (combustibles, fertilizantes, concentrados) y los efectos del cambio climático. Ante esta realidad, la transición agroecológica y energética se presenta como una vía para recuperar la productividad con recursos locales (Funes-Monzote, 2017). Sin embargo, numerosos intentos de transición fracasan por falta de acompañamiento técnico sostenido, adaptado a las condiciones concretas de cada finca.

El problema fundamental radica en ¿cómo estructurar un proceso de acompañamiento técnico que integre el diagnóstico participativo, la identificación de demandas, la planificación colectiva y el seguimiento continuo, para promover la transición agroecológica y energética en fincas ganaderas diversificadas de La Habana y Mayabeque? La colaboración entre instituciones como el Instituto de Ciencia Animal (ICA), la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA) y la ONG española MPDL constituye un eje facilitador para la transferencia de tecnologías apropiadas, con la adquisición y montaje de equipamientos como parte de la colaboración internacional, como por ejemplo los sistemas de bombeo solar fotovoltaico, las cercas eléctricas y los sistemas de ordeño mecánico con fuentes renovables (Ávila *et al.*, 2022 y FAO, 2025).

El objetivo de este trabajo fue sistematizar la experiencia de acompañamiento técnico participativo para la transición agroecológica y energética en fincas ganaderas diversificadas de las provincias La Habana y Mayabeque, Cuba, durante el período 2024-2025, con énfasis en la colaboración ICA-ACPA-MPDL.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y fincas seleccionadas. El trabajo se desarrolló en fincas localizadas en los municipios de La Habana (Guanabacoa) y Mayabeque (Güines y San José de las Lajas). Las fincas poseen sistemas ganaderos diversificados (bovinos, ovinos, caprinos, aves de patio, cultivos varios) y superficies entre 5 y 25 hectáreas. Todas habían iniciado procesos informales de transición agroecológica sin acompañamiento sistemático previo.

Diseño metodológico. Se empleó un enfoque de investigación-acción participativa durante 24 meses (enero 2024– diciembre 2025). El acompañamiento se estructuró en cuatro fases secuenciales:

1. Diagnóstico participativo para elaborar la línea base: mediante recorridos de campo, entrevistas semiestructuradas a productores y talleres grupales, se caracterizó el estado inicial de cada finca en aspectos agroecológicos (diversidad de producciones, uso de

recursos locales) y energéticos (fuentes de energía utilizadas, dependencia de combustibles fósiles).

2. Identificación de demandas tecnológicas y de capacitación: los propios productores, junto al equipo técnico (ICA, ACPA), jerarquizaron las necesidades más urgentes (ej. falta de semillas de pastos, forrajes y especies proteicas, escaso conocimiento sobre tracción animal, necesidad de cercas vivas y sistemas de bombeo solar).
3. Elaboración colectiva de un plan de acción y cronograma: cada finca diseñó su propio plan con metas a 6, 12, 18 y 24 meses, incluyendo actividades como establecimiento de bancos de proteína, reintroducción de bueyes para labores de acarreo, rotación de potreros, establecimiento de sistemas silvopastoriles y talleres de intercambio campesino a campesino.
4. Seguimiento mediante visitas técnicas periódicas, capacitaciones y talleres: se realizaron visitas mensuales o bimensuales del equipo facilitador, talleres generales (al menos uno por año) y capacitaciones puntuales según demandas (ej. manejo de especies vegetales, construcción de cercas vivas, elaboración de abonos orgánicos, operación de sistemas fotovoltaicos).

Colaboración interinstitucional. El ICA aportó indicadores y asesoría científica; ACPA facilitó la conexión con productores y su experiencia en educación campesina; MPDL brindó recursos materiales menores y acompañamiento metodológico en enfoque de género y participación.

Herramientas de análisis. Los datos cualitativos (demandas, percepciones, acuerdos) se sistematizaron mediante análisis temático de contenido. Los datos cuantitativos básicos (número de especies, frecuencia de visitas, asistencia a talleres) se resumieron con estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico participativo inicial reveló en las fincas una alta dependencia de combustible fósil para el bombeo de agua y el acarreo de forraje, así como una diversidad vegetal útil baja (menos de 20 especies por finca). Estas condiciones coinciden con los hallazgos de Funes-Monzote (2017) para fincas en transición temprana en Cuba.

Las principales demandas tecnológicas identificadas fueron: semillas de plantas proteicas (Leucaena, Morus, Tithonia) y gramíneas (CT-115, CT-169, OM-22), diseño de cercas vivas con especies múltiples, capacitación en tracción animal, y sistemas de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica para garantizar el suministro constante a los animales (FAO, 2025; Ávila *et al*., 2022). Las demandas de capacitación incluyeron: planificación de la rotación de potreros, elaboración de abonos orgánicos y manejo de registros básicos. Respecto a la transición energética, se priorizaron tres tecnologías apropiadas: cercas eléctricas, sistemas de ordeño mecánico con energía renovable y bombas de agua eléctricas fotovoltaicas.

En el caso de las cercas eléctricas con paneles fotovoltaicos permiten optimizar el pastoreo rotacional, reduciendo el consumo de combustible para el movimiento de animales y mejorando la eficiencia en el uso de la superficie forrajera. Su operación con paneles solares de baja potencia (50-100 W) resulta viable en condiciones cubanas y fue valorada positivamente por los productores.

Los sistemas de ordeño mecánico con energía renovable, aunque no se implementaron durante el período de acompañamiento por limitaciones de acceso, se identificó como una aspiración a mediano plazo.

En el caso de las bombas de agua eléctricas fotovoltaicas, la literatura reporta experiencias exitosas en Cuba con equipos de bombeo solar para abasto de agua al ganado, con relaciones beneficio-costo favorables y tiempos de recuperación de la inversión de aproximadamente 5 meses en el caso de sistemas destinados a bovinos (Ávila *et al*., 2022). Estudios realizados en Cuba por el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola demuestran que sistemas de baja potencia (0,3 kWp) pueden alcanzar caudales de hasta 4,0 m^3/h a bajas presiones, con volúmenes diarios de bombeo que oscilan entre 10,6 y 28,0 m^3/día, suficientes para abastecer pequeños hatos bovinos (Ávila *et al*., 2022). La FAO, por ejemplo, ha impulsado la instalación de 30 bombas de riego sumergibles con paneles solares en Mayabeque y Artemisa, beneficiando a más de 3,500 productores y reduciendo significativamente los costos operativos y la dependencia de combustibles fósiles (FAO, 2025).

A partir de estas demandas, cada finca elaboró su plan de acción. Por ejemplo, en las fincas de Güines se priorizó la reintroducción de bueyes y la siembra de 0,5 ha de bancos de proteína; en las fincas de Guanabacoa se enfatizó en la construcción de cercas vivas, sistemas silvopastoriles con tithonia, siembra de forrajes de Cenchrus y caña de azúcar y la diversificación de huertos familiares. El cronograma se cumplió en un 80 % de las actividades previstas, siendo las principales barreras la disponibilidad irregular de semillas y la limitada disponibilidad en el país de componentes para sistemas fotovoltaicos (paneles, baterías, controladores), por lo que se retrasó la llegada de los equipamientos y en algunos casos encareció su adquisición.

El seguimiento mediante visitas técnicas periódicas (mensual o bimensual) permitió ajustar las actividades sobre la marcha. Las capacitaciones más valoradas por los productores de Guanabacoa fueron las de sistemas silvopastoriles y cercas vivas, y para los productores de Güines lo relacionado con la introducción del bombeo solar fotovoltaico, esta última apoyada por materiales del Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2024). Los talleres participativos facilitaron el intercambio de experiencias entre fincas y fortalecieron la confianza en el proceso.

Es importante resaltar que el acompañamiento técnico en Cuba enfrenta actualmente desafíos significativos derivados de la crisis energética y económica actual, recrudecida por las nuevas medidas adoptadas por la administración norteamericana para bloquear el acceso a combustibles en la isla. La disponibilidad limitada de combustibles fósiles dificulta el transporte de especialistas hacia las fincas y la movilidad de los productores para recibir capacitaciones. Asimismo, el acceso a tecnologías como paneles solares, baterías, inversores, cercas eléctricas y sistemas de ordeño mecánico es restringido debido a la escasez de divisas y la priorización de otros sectores. Además, en otros momentos la recuperación tras fenómenos meteorológicos extremos (huracán Rafael en 2024) desvía recursos y atención, afectando la continuidad de los procesos de transición (FAO, 2025). Estas condiciones exigen un enfoque realista, que combine soluciones de bajos insumos (tracción animal, energías renovables) con la gestión de proyectos internacionales que faciliten la introducción de tecnologías fotovoltaicas.

CONCLUSIONES

El acompañamiento técnico realizado permitió iniciar la transición agroecológica y energética en fincas ganaderas diversificadas de La Habana y Mayabeque. La colaboración entre el ICA, la ACPA y la ONG española MPDL resultó un factor facilitador esencial. Se identificaron como tecnologías agroecológicas y energéticas apropiadas los sistemas silvopastoriles, las cercas eléctricas y sistemas de ordeño mecánico con energía renovable, así como las bombas de agua fotovoltaicas, cuya viabilidad técnica y económica ha sido demostrada en Cuba. No obstante, las limitaciones materiales derivadas de la crisis energética, la escasez de divisas y la recuperación ante desastres climáticos constituyen barreras reales que deben ser consideradas en el diseño de futuros proyectos de acompañamiento. Este enfoque participativo es replicable, pero requiere un respaldo institucional y financiero que garantice la disponibilidad de tecnologías clave.

BIBLIOGRAFÍA

Ávila González, E., Herrera Puebla, J., & Campos Cuní, B. 2022. Evaluación técnica en condiciones de explotación de la bomba solar LORENTZ para abasto de agua. *Revista Ingeniería Agrícola*, 12(3), e06. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/5862/586272871006/

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2025. Bombas de riego solares mejoran la eficiencia y sostenibilidad agrícola en Artemisa y Mayabeque. *FAO en Cuba - Noticias*. Disponible en: https://www.fao.org/cuba/news/detail/Bombas-de-riego-solares-mejoran-la-eficiencia-y-sostenibilidad-agr%C3%ADcola-en-Artemisa-y-Mayabeque/es

Funes-Monzote, F. R. 2017. Integración agroecológica y soberanía energética. *Agroecología*, 12(1), 57-66. Disponible en: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/329761

MINEM (Ministerio de Energía y Minas de Cuba). 2024. Resumen de capacitación sobre bombeo solar impartido por ISA. Disponible en: https://www.minem.gob.cu/es/noticias/minem/resumen-de-capacitacion-sobre-bombeo-solar-impartido-por-isa

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO IRES EN LA CPA 21 DE SEPTIEMBRE EN EL MUNICIPIO CORRALILLO

EVALUATION OF THE RESULTS IN THE IMPLEMENTATION OF THE IRES PROJECT IN THE CPA 21 DE SEPTIEMBRE IN THE MUNICIPALITY OF CORRALILLO

Eduardo Javier Díaz Mendoza, Amanda Lucia Mirabal Santa, Armando Avila García

CPA 21 de Septiembre Corralillo, Cuba
Autor para correspondencia: hjsjaldok123@gmail.com

RESUMEN

El trabajo recoge los resultados preliminares de la implementación del proyecto IRES en la CPA 21 de Septiembre del municipio Corralillo, donde se trabajan en 5 módulos, 2 ganaderos SILLEC, SILSOM) y 3 agroforestales (MARREG, CEDPLA Y FRUAGR). Se valoran además los resultados del trabajo de la capacitación a partir de la creación de la escuela de campo en nuestra cooperativa donde se capacitan a productores, extensionistas y decisores que aportan al proyecto. Dentro de los principales resultados logrados hasta la fecha destacan la erradicación de 544 ha de marabú y plantas indeseables, la plantación de 40 ha de frutales, el trabajo con el mejoramiento de los suelos en 205 ha donde se destacan 68.5 ha de subsolación y 120 ha de aplicación de materia orgánica, la elaboración de los proyectos técnico ejecutivos (FONADEF) para el acceso a créditos agrícolas por 43885041.3 de pesos, así como los diseños de los sistemas Silvopastoriles de la cooperativa y de los productores. Se han plantado 57133 postes vivos en las áreas ganaderas y forestales, estos resultados han contribuido a la mitigación de rescate del 1072.4 ton de CO_2 en el municipio.

Palabras clave: capacitación, créditos agrícolas, producción agropecuaria

ABSTRACT

This report presents the preliminary results of the IRES project's implementation at the 21 de Septiembre Agricultural Production Cooperative (CPA) in the municipality of Corralillo. The project operates across five modules: two livestock modules (SILLEC and SILSOM) and three agroforestry modules (MARREG, CEDPLA, and FRUAGR). The report also assesses the results of the training provided through the creation of a field school at the cooperative, which trains producers, extension agents, and decision-makers who contribute to the project. Among the main results achieved to date are the eradication of 544 hectares of marabou and other undesirable plants, the planting of 40 hectares of fruit trees, soil improvement work on 205 hectares (including 68.5 hectares of subsoiling and 120 hectares of organic matter application), the development of technical and executive projects (FONADEF) to access agricultural loans totaling 43,885,041.3 pesos, and the design of silvopastoral systems for the cooperative and individual producers. 57,133 live posts have been planted in livestock and forestry areas, and these results have contributed to the mitigation of 1,072.4 tons of CO2 in the municipality.

Key words: agricultural loans, agricultural production, training

INTRODUCCIÓN

La CPA 21 de Septiembre fue fundada el 14 de septiembre de 1980, posee un patrimonio de 416.42 hectáreas, de ellas se destinan a la ganadería 363.37 y a la producción de cultivos varios 26.84, siendo la ganadería el principal objeto social de la cooperativa y 86 usufructuarios vinculados con 382.21 ha para un total de 843.21 ha. La misma cuenta con 15 cooperativistas, 15 obreros contratados y 86 usufructuarios vinculados, siendo un total de 11 mujeres representando el 9% de los cooperativistas y 105 hombres. Cuenta con una masa ganadera de 663 vacunos, de los cuales 307 son hembras y 356 machos. El 36% de la masa ganadera pertenece a la CPA y 64% son de productores. La CPA 21 de Septiembre comenzó en el proyecto en el año 2024 con 120.0 ha del módulo SILLEC, las cuales se ampliaron en 2023 a 794.6 ha distribuidos

Objetivo: Demostrar los beneficios y logros alcanzados por la CPA 21 de Septiembre a raíz de su participación activa en el Proyecto IRES

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se utilizó la información aportada por la CPA, Además se utilizaron datos aportado por los análisis del método de captación de carbono del ingeniero con herramienta EX - ACT v9. También se trabajó con los datos de la IDE del proyecto IRES.

La CPA 21 de Septiembre cuenta con una masa ganadera de 663 vacunos, de los cuales 307 son hembras y 356 machos. El 36% de la masa ganadera pertenece a la CPA y 64% son de productores. Esto representa 498 UGM totales o sea 0.69 UGM/ha, 0.42 UGM en la cooperativa y 0.94 en los usufructuarios (tabla 1). La CPA 21 de Septiembre comenzó en el proyecto en el año 2024 con 120.0 ha del módulo SILLEC, las cuales se ampliaron en 2023 a 794.6 ha distribuidos (tabla 2).

Tabla 1: Estructura de la masa bovina en la cooperativa

	COOPERATIVA		USUFRUCTUARIOS		TOTAL	
CATEGORIAS	**CANTIDAD**	**UGM**	**CANTIDAD**	**UGM**	**CANTIDAD**	**UGM**
vacas	63	63	62	62	125	125
novillas	12	10,8	21	18,9	33	29,7
añojas	17	10,2	32	19,2	49	29,4
terneras	33	13,2	36	14,4	69	27,6
bueyes	6	7,2	22	26,4	28	33,6
Toros ceba	22	22	96	96	118	118
toretes	24	14,64	64	39,04	88	53,68
añojos	46	27,6	56	33,6	102	61,2
terneros	15	6	36	14,4	51	20,4
TOTAL	240	174,64	425	323,94	663	498,58

Tabla 2: Módulos de sistemas agroforestales y silvopastoril

MODULOS	Ha
CEDPLA	40
FRUAGR	59,5
MARREG	18,2
SILLEC	240,3
SILSOM	436,61
TOTAL	794,61

Los suelos de la cooperativa predominan los fersialitico pardos rojizos, los pardos con carbonatos, gley ferralítico y ferralíticos rojos con un alto nivel de compactación, mal drenaje y afectación de salinidad en las áreas más próximas a la costa, motivados por la sobreexplotación de la ganadería, las bajas precipitaciones y el déficit de trabajo de laboreo en estas áreas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales resultados parciales de la implementación del proyecto IRES en nuestra CPA en correspondencia con los componentes que evalúa el proyecto IRES los podemos resumir en:

Componente I. Sistemas agrícolas resilientes al clima.

Actividad 1.1: Desarrollo de agrosilvicultura sostenible. Restaurar aproximadamente 117 .7 ha de tierras de cultivo de marabú y plantas invasoras indeseables,

Actividad 1.2: Restaurar aproximadamente 676.91 hectáreas de pastizales con suelos compactados a través de sistemas silvopastoriles mejorados.

Tabla 3: Área erradicada de marabú por módulos

Módulos	ha	ERRADICADAS	%
FRUAGR	59.5,5	48	76
CEDPLA	40	40	100
MARREG	18,2	0	0
SILSOM	436,61	369,51	85
SILLEC	240,32	216,02	90
TOTAL	794,61	673,53	84

Desde la implementación del proyecto se han erradicado el 84% del área comprometida logrando uno de los objetivos planteados en el proyecto, esto ha facilitado la siembra de 40 ha de frutales y cultivos intercalados donde se han obtenido más de 64 ton de alimentos. Además, se han subsolado 40ha en los sistemas agroforestales que han beneficiado con la descompactación de los suelos. En los módulos silvopastoriles se han erradicado 673.5 ha de marabú y plantas

indeseable, se han subsolado 28.5 ha que no solo descompactan el suelo, sino que mejoran en la disminución de la salinidad de los mismos, se han plantado 45 200 postes vivos en las cercas y se ha aplicado materia orgánica a 120.0 ha. En estas áreas se han producido en 2025 una cantidad de 85000 litros de leche y 21.5 ton carne.

La CPA 21 de Septiembre ha recibido más de 32 000 litros de combustible y con los equipos del proyecto ha trabajado en la erradicación de plantas indeseables, preparación de suelos y demás actividades para la implementación de los módulos.

Tabla 4: Recursos aportados por el proyecto IRES a la cooperativa

Mesas escuela	**12**	**motosierras**	**12**
Sillas	24	Molino forrajero	6
pizarras	2	Mochila manual	10
data show	1	motomochila	3
TV	1	ahoyadores	10
Dispensador agua	1	ventiladores	4
laptop	1	desbrozadora	7
Módulos agrícolas	7	Motor con sider car	1

Componente II. Fortalecimiento de las capacidades institucionales y técnicas.

Con la creación de la Escuela de Campo en nuestra cooperativa se han impartido un total de 113 acciones de capacitación con 1398 participantes y de ellos 547 mujeres que representan el 39%. Dentro de los principales temas impartidos en talleres, reuniones técnicas y asesorías destacan el trabajo en los sistemas silvopastoriles impartido por profesores del ICA, elaboración de proyectos agroforestales financiados por el Fondo Forestal(FONADEF) impartido por la dirección provincial y municipal del Servicio Estatal Forestal(SEF), uso de los financiamientos aprobados por la Dirección Nacional de Suelos para el mejoramiento uso y cuidado de los suelos, sistemas agroforestales impartido por el Instituto de Investigaciones Forestal de Placetas, entre otros.

Tabla 5: Acciones de capacitación impartidas en la Escuela de Campo CPA 21 de Septiembre

Año	**Acciones de capacitación**	**Total de participantes**	**de ellos mujeres**
2024	36	350	142
2025	57	685	285
2026	20	363	120
Total	113	1398	547

El impacto que ha tenido estas acciones de capacitación se refleja en los resultados de la CPA desde el punto de vista económico se han accedido a 30 379 215.3 pesos en créditos agroforestales que son financiados por el fondo forestal, así como 13 475 826.0 en créditos para los módulos silvopastoriles. Además, hemos accedido a financiamientos del programa de

mejoramiento de suelos de 633 000.0 pesos y de 589 484.0 pesos en acciones de capacitación con cargo al presupuesto estatal.

Otro resultado importante es la elaboración de 16 proyectos técnicos agroforestales en la CPA a los productores del municipio. Desde el punto de vista ambiental la CPA ha contribuido al mejoramiento de los suelos de 188.5 ha beneficiadas con subsolacion 28.5 ha y 120ha de aplicación de material orgánica que ha beneficiado áreas afectadas por la salinidad de los mismos. Asimismo, con las acciones realizadas se ha contribuido a la mitigación de 1072.4 ton CO_2 eq en el municipio según los datos aportados por el cálculo de Carbono correspondiente al cierre acumulado de 2026 con herramienta EX - ACT v9.

En la cooperativa hay creado un comité de género con 13 miembros que se reúne y participa en talleres organizados por profesores del Centro Universitario Municipal (CUM) y de la Universidad Central de Las Villas (UCLV), donde se evaluaron la incorporación de las mujeres al trabajo, la equidad de género y su importancia en el contexto actual de la sociedad y el trabajo con las nuevas generaciones.

CONCLUSIONES

- ✓ El proyecto IRES ha resultado un medio muy efectivo para el desarrollo de la CPA 21 de septiembre toda vez que con las lecciones aprendidas hemos accedido a financiamientos y recursos para el desarrollo de la ganadería y de los sistemas agroforestales.
- ✓ El proyecto IRES ha permitido la diversificación de la producción en nuestra cooperativa al incorporar módulos como el FRUAGR y el CEDPLA que nos aportan nuevas producciones que no disponíamos, tributando al programa de Soberanía Alimentaria Municipal (SAM).
- ✓ La implementación del proyecto IRES en la cooperativa ha contribuido a la mitigación de 1072.4 ton de CO2 eq contrarrestando los efectos cambio climático, también ha contribuido al mejoramiento de suelos.
- ✓ El proyecto IRES ha abierto un proceso que permite sostenibilidad a partir de las enseñanzas con el trabajo de los financiamientos, la diversificación y la exportación de productos.
- ✓ Con el proyecto IRES se ha incorporado el trabajo con el género y los niños en la cooperativa

BIBLIOGRAFÍA

Murgueitio E, Chara J, Solarte A, Uribe F, Zapata C, Rivera J. 2013.Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 26: 313-316.

Nair. P. K. R. 2012. Carbon sequestration studies in agroforestry systems: a reality-check. Agroforestry Systems 86:243-253.

Oliva, M., Culqui Mirano, L., Leiva, S., Collazos, R., Salas, R., Vásquez, H., & Maicelo Quintana, J. L. 2017. Reserve of carbon in a silvopastoral system composed of Pinus patula and native herbaceous. Scientia Agropecuaria, 149-157. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.02.07

QUE ES EL FONADEF Y COMO EMPLEAR SUS FONDOS PARA EL DESARROLLO DE LA GANADERÍA CUBANA

WHAT IS FONADEF AND HOW TO USE ITS FUNDS FOR THE DEVELOPMENT OF CUBAN LIVESTOCK FARMING

Idania Padilla Cantillo, Yoanka Castañeda Padrón

Departamento del Servicio Estatal Forestal. Delegación provincial de la Agricultura, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN

El Fondo de Desarrollo Forestal (FONADEF) es un financiamiento que destina el Estado a personas Naturales y jurídicas para financiar Manejos Silvícolas en áreas de Bosques y otras actividades que aseguren el Manejo Sostenible. Es una oportunidad para garantizar la Diversificación de las producciones agropecuarias, garantizando ingresos de manera estable durante todo el año. En este trabajo pretendemos dar a conocer las oportunidades que brida el Fondo de Desarrollo Forestal (FONADEF), al sector Agropecuario Particularmente a la Ganadería Como puede elevar la producción de Leche y Carne utilizando los beneficios que brindan los bosques y Fortalecer capacidades a través de la Capacitaciones a Productores y la Aplicación de la Ciencia y la Técnica. Aprovechando las potencialidades que nos bridan los Centros Científicos particularmente el Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Palabras clave: bosques, financiamiento, Fondo de Desarrollo Forestal

ABSTRACT

The Forest Development Fund (FONADEF) is a financing that the State allocates to natural and legal persons to finance Forest Management in Forest areas and other activities that ensure Sustainable Management. It is an opportunity to guarantee the Diversification of agricultural production, guaranteeing stable income throughout the year. In this work we intend to make known the opportunities provided by the Forestry Development Fund (FONADEF), to the Agricultural sector, particularly to Livestock, how it can increase the production of Milk and Meat using the benefits that forests provide and Strengthen capacities through Training for Producers and the Application of Science and Technology. Taking advantage of the potential offered by the Scientific Centers, particularly the Institute of Animal Science (ICA).

Key words: forests, financing, Forestry Development Fund

TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN PORCINA EN FINCA FAMILIAR BIODIVERSIFICADA

TRANSFORMATION OF AGRICULTURAL WASTE TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF PIG PRODUCTION ON A BIODIVERSIFIED FAMILY FARM

Meliza Orta Ruíz[2], Katia Hidalgo Salomón[1]* y Odrey Orta Dorta[2]

[1]Instituto de Ciencia Animal, ICA, Cuba

[2]Finca Ayala, CCS Porfirio Álvarez, Cuba

Autor para correspondencia: khsalomon@gmail.com

RESUMEN

Los programas de proyectos en Cuba tienen una amplia diseminación de acciones en cientos de fincas, buscando alternativas locales para satisfacer las necesidades de prácticas sostenibles y una alta eficiencia productiva. El presente trabajo analiza los resultados obtenidos con la transformación de residuos agrícolas para la producción porcina en un contexto de agricultura familiar diversificada en la Finca Ayala, Mayabeque en el 2024 y 2025. La metodología empleada incluyó dos técnicas principales: secado al sol y ensilaje. Los resultados preliminares revelan un aumento del 30 y 45 % en los ingresos de la finca, junto a una mejora en la salud y la productividad de los cerdos. De igual manera, se dispuso de animales de autoreemplazo que propició el aumento de la masa reproductiva. Los resultados evidencian la eficacia de las prácticas sostenibles y de la implementación de conceptos de economía circular, a partir, de la divulgación de los resultados científicos para mejorar la eficiencia productiva en fincas familiares.

Palabras clave: efectividad, fincas, beneficio, proyectos, alternativas

ABSTRACT

Project programs in Cuba are widely distributed across hundreds of farms, seeking local alternatives to meet the needs for sustainable practices and high production efficiency. This paper analyzes the results obtained from the transformation of agricultural waste for pig production in a diversified family farming context at Finca Ayala, Mayabeque since 2024 to 2025. The methodology used included two main techniques: sun-drying and silage. Preliminary results reveal a 30 y 45% increase in farm income, along with improved pig health and productivity. Similarly, self-replacement animals were provided, leading to an increase in reproductive mass. The results demonstrate the effectiveness of sustainable practices and the implementation of circular economy concepts, based on the dissemination of scientific results to improve production efficiency on family farms.

Key words: effectiveness, farms, benefit, projects, alternatives

INTRODUCCIÓN

La agricultura cubana ha evolucionado principalmente a través de reformas agrarias desde 1959, reflejando cambios en el sistema agropecuario impulsadas por razones económicas y políticas. La creación de las diferentes formas productivas a partir del cambio de la transformación del sistema de propiedad estatal a cooperativo, ha enfatizado la necesidad de una soberanía alimentaria autentica. Esto requiere un cambio hacia métodos de producción que respete el medio ambiente, aprovechen adecuadamente los recursos y promuevan la sustentabilidad social y económica.

En la actualidad, se define el cooperativismo, como base fundamental sobre la cual se erige el sistema económico empresarial agropecuario cubano (Ortiz *et al.*, 2014). En este contexto, la agricultura familiar ha emergido como un componente crucial para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. Esta destaca como la forma principal de producción de alimentos, siendo una estrategia crucial para sortear obstáculos como la sustitución de importaciones y el acceso limitado a insumos (Sánchez, 2014). Las fincas familiares diversidicadas no solo contribuyen al autoabastecimiento, sino que también fomentan prácticas sostenibles que optimizan los recursos disponibles. En el logro de agroecosistemas soberanos, el uso de la tecnología tiene como objetivo final el desarrollo de fincas familiares campesinas resilientes, con capacidad para hacer frente a cambios de cualquier índole: climatológicos, de mercado o políticos (Altieri y Toledo, 2011), y absorber creativamente la trasformación sin perder su identidad como tal (Escalera y Ruiz, 2011).

En fincas familiares, la producción animal reviste gran importancia como eslabón fundamental para el reciclaje de nutrientes. Según Araújo *et al.* (2018), la utilización de razas locales en sistemas alternativos presenta una serie de ventajas. Entre ellas mencionan la gestión medioambiental, la biodiversidad y la producción agrícola sostenible, orientada hacia un mercado de productos de calidad diferenciada, especialmente en áreas desfavorecidas.

En este sentido, la producción porcina se presenta como una actividad clave en muchas de estas fincas, aprovechando los subproductos agrícolas que tradicionalmente eran desechados. El cerdo negro criollo cubano presenta numerosas ventajas ya que, por un lado, aprovecha los recursos naturales disponibles y diversos subproductos agrícolas y, por otro, produce alimentos de muy alta calidad. Por esta razón, el potencial de adaptación de estos animales a una estructura de producción diversificada puede ser prácticamente ilimitada (Cardoso *et al.*, 2016). Sin embargo, el uso de técnicas como el ensilaje y el secado de residuos agrícolas se han mostrado eficaces para la mejora de la calidad de la dieta de los cerdos y en la reducción de los costos de alimentación, afectando positivamente la salud animal y su productividad (Lezcano *et al.*, 2014).

De tal manera que el presente trabajo versa acerca de la implementación de sistemas de transformación de estos residuos para mejorar la eficiencia de producción porcina en la Finca Ayala en los años 2024 y 2025.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la finca Ayala, ubicada en el municipio Güines, provincia Mayabeque. La finca es parte de la cooperativa de Creditos y Servicios (CCS) “Porfirio Álvarez”, en ella se integran diversos cultivos y sistemas de producción animal con el objetivo de lograr la multiplicación de especies, autoabastecimiento de las comunidades cercanas y de los cooperativistas asociados.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

Las condiciones de producción de cultivos en la finca son en secano en las 67 hectáreas que posee. En el predio se destinan 26 hectáreas para el pastoreo animal conformadas por un área de presa y plantaciones de Palma real. El resto de la finca está distribuida en áreas de siembra de cultivos para alimento humano y animal e instalaciones.

Para la obtención de las necesidades se realizaron entrevistas al productor, trabajadores y se efectuaron observaciones directas por los miembros del proyecto encargados de cada tarea.

Los procesos de transformación escogidos se basaron en la accesibilidad a los insumos necesarios y el mínimo costo. En el caso del secado al sol, este ha sido el método más utilizado en los países tropicales aprovechando la incidencia solar y las horas luz. Este se emplea principalmente, en la época de seca, que comprende entre noviembre y abril. Para ello se utilizó el método de Elías *et al.* (1990) cuando proceso la saccharina rústica para cerdos. El secado al sol de la yuca y el boniato (*Manithot esculenta* e *Ipomoea batatas*) se realizó sobre toldos encerados durante 72 horas, en el cual se redujo el contenido de humedad y se concentró la mayor cantidad de proteína en estos cultivos, según Lezcano *et al*. (2017).

Para la elaboración del ensilaje de yuca o boniato, se utilizó la metodología de Santos *et al.* (2016). Las raíces o tubérculos se expusieron al sol por 24 horas para lograr el fácil desprendimiento de la tierra. Posteriormente se trocearon y se depositaron en tanques plásticos de 200 litros de capacidad. Se agregó agua hasta cubrir el nivel de los residuos agrícolas por encima de 5 cm y se adicionaron dos litros de vinaza por cada 50 kg. Se tapó herméticamente el contenido y se dejó fermentar por un periodo de 14 días, luego se homogenizó el contenido para su uso.

El suministro del ensilaje en la alimentación de los cerdos criollos se realizó en forma de cafetería. En el caso de las harinas, estas formaron parte de la formulación de piensos criollos elaborados en la finca junto a los residuos de cultivos de estación.

Para la toma de datos del crecimiento de la masa porcina se tuvo en cuenta las condiciones de tenencia, donde los animales solo acceden a la instalación en el horario de la mañana para el suministro de los alimentos elaborados y el resto del día se encuentran en las áreas de pastoreo. Por lo que solo se tuvo en cuenta el conteo inicial y final de la masa en este periodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el periodo subrayan la relevancia de la educación y la capacitación dentro de las comunidades agrícolas, como un medio para fomentar la adopción de nuevas tecnologías y prácticas que contribuyan a la seguridad alimentaria y al desarrollo rural. Según Sanmartín (2000), la entrevista es una de las herramientas más importantes, por lo que la autenticidad del investigador y su actitud moral son tan cruciales como una adecuada construcción de su rol. La clave de la entrevista reside en escuchar para descubrir cuestiones relevantes. De tal forma, que se observa la diversidad de perspectivas que tienen cada uno de los sujetos y expresan sobre la dinámica organizacional y construcción de su entorno (González-Veja *et al.,* 2022).

El enfoque participativo en cada uno de los intercambios mostró la necesidad de capacitaciones acerca de las técnicas de transformación de residuos, centradas en el secado al sol y el ensilaje, para su posterior implementación en la finca y mejorar la eficiencia productiva. Como resultado del empleo de los productos transformados se constató, el aumento de la masa reproductora en el 2024 con la mejora en la condición corporal y la disponibilidad del autoreemplazo, que no se realizaba hasta el momento. Para el 2025 se mantuvo un crecimiento discreto en las reproductoras

hasta 25 y se mantuvieron un número de 10 cerdas para autorremplazo (gráfico 1). Esto se debe a que la finca práctica de forma consciente el principio de la economía circular, por lo que el crecimiento dependerá en gran medida, de la capacidad en la producción de cultivos y su eficiencia.

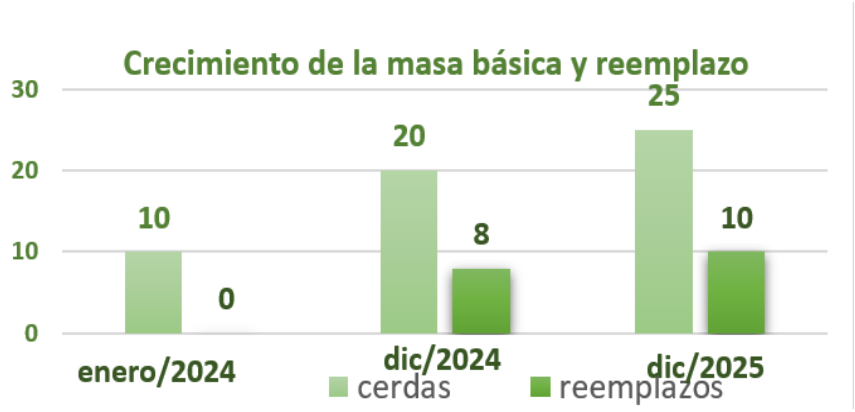


Gráfico 1. Crecimiento de la masa básica porcina en Finca Ayala en el año 2024 y 2025.



Gráfico 2. Aumento del número de crías en la Finca en el 2024 y 2025 con la mejora de la alimentación de las reproductoras

De igual manera, aumentó el número de crías por reproductoras (gráfico 2), lo que trajo consigo, el aumento de precebas aptos para la venta en ambos años. Según datos inéditos del jefe de finca, los ingresos se elevaron en un 30 % en el 2024 y un 45 % en el 2025, respecto al incio de la intervención del proyecto en la finca, reflejando la efectividad de la implementación de prácticas sostenibles y el uso eficiente de los recursos.

Caicedo *et al.* (2023) plantearon que los cerdos que se alimentan con subproductos fermentados presentan mejor salud intestinal debido a los procesos de exclusión competitiva de los microrganismos benéficos, con el consecuente aumento del consumo de materia seca, ganancia de peso, conversión alimentaria, peso final, y calidad de la canal.

Tanto los productos ensilados como los piensos criollos empleados mantuvieron estándares de inocuidad. Según Hernández *et al.* (2009) el impacto de la inocuidad de los alimentos destinados a los cerdos no solo afecta la salud, también el bienestar y la productividad. Mesa (2017), agregó que es nuestra responsabilidad, garantizar alimentos inocuos y para esto debemos utilizar todas las herramientas que estén a nuestro alcance.

El reto de la producción de alimentos con el uso de prácticas sostenibles ha motivado el desarrollo de sistemas productivos integrales y diversificados, que se caractericen por el uso más eficiente de los insumos y la energía, basados en los principios de la ciencia agroecológica (Sarandon y Flores, 2014).

CONCLUSIONES

La transformación de residuos agrícolas para la producción porcina en la Finca Ayala, ha demostrado ser una solución efectiva para la mejora de la eficiencia y a sostenibilidad de la producción. Este modelo de economía circular no solo beneficia a la finca, sino que también puede ser replicable en otras áreas rurales, promoviendo así el desarrollo agrícola sostenible en Cuba. Los programas de extensión conocimientos provenientes de la investigación y la transferencia de tecnologías, permiten fortalecimiento de los actores locales como protagonistas de su propio desarrollo desde una visión socio-cultural, desde lo endógeno y recuperación de lo local.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. A. & Toledo, V. M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignity and empowering peasants. J. Peasant Stud. 38 (3):587-612

Araújo, J. P., Cerqueira, J. L., Pires, P., Amorim, I., Carneiro, M., Santos-Silva, J., Domínguez, R., Bermúdez, R., & Lorenzo, J. M. 2018. Influencia del sistema de producción en la calidad de la canal de cerdos de raza Bísara. Archivos de Zootecnia, 67(260), 554-559. https://doi.org/10.21071/az.v0i0.3887

Caicedo, W., Ruiz, M.V., Quilligana, J. E. & S. Aguiar. Silage of agricultural by-products for pigs feeding. Bibliography reviewCuban Journal of Agricultural Science, Volume 57, 2023. http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v57/2079-3480-cjas-57-e20.pdf

Cardoso, R., Torres, C. C., & Menoya, S. 2016. La planificación del sector agrario como eje de la estrategia de desarrollo provincial en Pinar del Río. Cooperativismo y Desarrollo, 4(2), 159-169. http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/136

Elías, A., Lezcano, O., Lezcano, P., Cordero, J. & Quintana, L. 1990. “Reseña descriptiva sobre el desarrollo de una tecnología de enriquecimiento proteico de la caña de azúcar mediante fermentación en estado sólido (Saccharina)”. Cuban Journal of Agricultural Science, 24(1): 1–12, ISSN: 2079-3480.

Escalera, J. & Ruiz, E. 2011. Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. Revista de Antropología Social. 20:109-135. DOI: http://dx.doi.org/10.5209/rev_RASO.2011. v20.36264.

González-Veja, Alba María del Carmen, Sánchez, Rubén Molina, Salazar, Alejandra López, & Salazar, Gloria Leticia López. 2022. La entrevista cualitativa como técnica de investigación en el estudio de las organizaciones. New Trends in Qualitative Research, 14, e571. Epub 01 de agosto de 2022.https://doi.org/10.36367/ntqr.14.2022.e571

Lezcano, P. P., Berto, D. A., Bicudo, S. J., Curcelli, F., Gonzáles, F. P. & Valdivie, N. M. I. 2014. "Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento". Avances en Investigación Agropecuaria, 18: 41–47, ISSN: 0188-7890.

Mesa, O. 2017. Alimentación de pollitas de reemplazo y gallinas ponedoras con harinas de follaje de Moringa oleifera. M.Sc. Thesis, Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba, 50 p.

Hernández, O., Hernández, C., Espinosa, R., Cervantes, C. Ortega, Rosas, M. & Illescas, I. 2009. Inocuidad alimentaria asegurada a través de las Buenas Prácticas Ganaderas. Rev Med UV, Suplemento 1, Vol. 9, Núm. 1. https://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv-2009/muvs091j.pdf

Ortiz, P. R., Angarica, L. & Guevara-Hernández, F. 2014. Gains on farms participating in the "Local Agricultural Innovation Programme (PIAL)" in Cuba. Cost/benefit analysis of the intervention. Cultivos Tropicales, vol. 35, no. 3, pp. 107-112. ISSN digital: 1819-4087

Lezcano, P., Martínez, M., Vázquez, A. & Pérez, O. 2017. Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 51(1):1-10. ISSN: 0034-7485

Sánchez, Y. 2014. La agricultura familiar como una opción para el desarrollo. Opciones Seminario económico y financiero de Cuba. http://www.opciones.cu/cuba/2014-10-16/la-agricultura-familiar-como-una-opcion-para-el-desarrollo/, 2014.

Sanmartín, R. 2000. La entrevista en el trabajo de campo. Revista de Antropología Social, núm. 9, pp. 105-126.Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España

Santos, I., Medina, N., Machado, Y. y Martin, T.M. 2016. La Educación agropecuaria en la escuela cubana actual. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación. ISBN 978-959-13-2994-3.

Sarandon, S. J. & Flores, Claudia C., eds. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2014.

INTERJOVEN

RESPUESTA PRODUCTIVA DE POSTURAS DE GLIRICIDIA SEPIUM OBTENIDAS POR SEMILLAS EN CONDICIONES DE VIVERO
PRODUCTIVE ANSWER OF POSTURES OF GLIRICIDIA OBTAINED SEPIUM FOR SEEDS IN CONDITIONS OF TREE NURSERY

C. Puga Bolívar[1], I. Pérez Cabrera[1,2], O. Loyola Hernández[2,1], Y. Rodríguez Mendoza[1], Ch. Vicente Castañeda[1], P. Romeu Acosta[1]

[1]*UCTB Estación Experimental Agroforestal Camagüey, Cuba.*

[2]*Centro de Estudios de Producción Animal (CEDEPA), Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba.*

[3]*Departamento de Agronomía, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz", Cuba.*

**Autor para correspondencia: isaelpc72@gmail.com*

RESUMEN

En el marco del proyecto Laif agroverde financiado por la Unión Europea se desarrolló esta investigación en el vivero forestal de la Estación Experimental Agroforestal Camagüey, entre mayo-julio/2025, con el propósito de evaluar la respuesta productiva de posturas de *Gliricidia sepium* obtenidas por semillas en condiciones de vivero. Las semillas proceden de cercas vivas del municipio Buey Arriba, provincia Granma, Cuba. El diseño utilizado fue totalmente aleatorizado con dos tratamientos y cuatro réplicas, los tratamientos consistieron en siembra directa de la semilla en tubetes y luego expuestos al sol (1) y el segundo en la pregerminación de las semillas y luego de siete días trasplantadas a tubetes y expuestas bajo sombra. Se midieron los órganos independientes, así como diferentes índices de calidad. Los resultados arrojaron que la germinación es alta y uniforme mayor del 90 %. La altura de las plantas en ambos tratamientos fue de alta calidad, no existe diferencias entre el grosor del tallo y el índice de robustez, a diferencia del largo radicular y la cantidad de nódulos. Los indicadores muestran que ambos tratamientos respondieron positivamente en cuanto a la germinación y crecimiento y desarrollo de las plantas en el vivero. El balance hídrico mostró un mejor valor en el caso de las plantas al sol (0.583229 vs 0.868854 a la sombra). Se concluye que ambos tratamientos poseen un comportamiento similar, sin embrago sobresalen en el tratamiento al sol el nivel de nodulación y el balance hídrico, ambos claves para un adecuado proceso de adaptación a las condiciones de campo.

Palabras clave: crecimiento, germinación, posturas, semillas, tubetes

ABSTRACT

Within the framework of the Laif agroverde project, funded by the European Union, this research was conducted at the forest nursery of the Camagüey Agroforestry Experimental Station between May and July 2025. The objective was to evaluate the productive response of *Gliricidia sepium* seedlings grown from seed under nursery conditions. The seeds were obtained from living fences in the municipality of Buey Arriba, Granma province, Cuba. A completely randomized design with two treatments and four replicates was used. The first treatment consisted of direct sowing of the seed in tubes followed by sun exposure (1), and the second consisted of pre-germinating the seeds, then transplanting them into tubes after seven days and exposing them to shade. Individual organs and various quality indices were measured. The results showed high and uniform germination rates, exceeding 90%. Plant height was high in both treatments, and there were no differences in stem thickness or robustness index, unlike root length and the number of nodules. The indicators show that both treatments responded positively in terms of germination, growth, and development of the plants in the nursery. Water balance showed a better value for the plants in the sun (0.583229 vs. 0.868854 in the shade). It is concluded that both treatments exhibited similar behavior; however, the nodulation level and water balance stood out in the sun treatment, both of which are key for a successful adaptation to field conditions.

Key words: germination, growth, seedlings, seeds, tubes

APUNTES PARA EL ANÁLISIS DE LA COLECTA, SECADO Y CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE MUESTRAS EN LA DIETA DEL CERDO BELLOTERO EN BOSQUES DE PINO-ENCINO EN PINAR DEL RÍO, CUBA

NOTES FOR THE ANALYSIS OF COLLECTION, DRYING, AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF SAMPLES IN THE DIET OF THE ACORN-FED PIG IN PINE-OAK FORESTS OF PINAR DEL RÍO, CUBA

Bertha Rita Castillo Edua[1], Isyoel Urrutia Hernández[2] y Erislandy J. Becerra Fonseca[1*]

[1]Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Cuba.

[2]Universidad de Pinar del Río Hermanos Saíz Montes de Oca, CUM Viñales, Cuba.

Autor para correspondencia: eribecerra@upr.edu.cu

RESUMEN

El estudio analiza la colecta, secado y caracterización nutricional de muestras en la dieta del cerdo bellotero en bosques de pino-encino de Pinar del Río, Cuba. Se destaca la importancia de aplicar protocolos rigurosos de muestreo y transporte para garantizar la representatividad y evitar contaminación. El secado en estufa a 60 °C y la conservación en desecadoras herméticas aseguran la estabilidad química de las muestras, permitiendo obtener datos fiables sobre la composición nutricional y fotoquímica de alimentos y excretas. La dieta basada en bellotas aporta taninos y polifenoles que influyen en la digestibilidad y en la calidad de la carne, asociándose a un mayor contenido de grasa intramuscular y mejor perfil de ácidos grasos. Además, la capacitación de productores en prácticas de manejo y bioseguridad resulta esencial para garantizar la sostenibilidad del sistema silvopastoril y la valorización de la carne del cerdo bellotero como producto diferenciado.

Palabras clave: cerdo bellotero, silvopastoreo, secado de muestras, materia seca, dieta animal

ABSTRACT

This study examines the collection, drying, and nutritional characterization of samples in the diet of the acorn-fed pig in pine-oak forests of Pinar del Río, Cuba. It emphasizes the importance of rigorous sampling and transport protocols to ensure representativeness and avoid contamination. Drying at 60 °C in ovens and preservation in hermetic desiccators guarantee chemical stability of samples, enabling reliable data on the nutritional and photochemical composition of food and excreta. The acorn-based diet provides tannins and polyphenols that influence digestibility and meat quality, being associated with higher intramuscular fat content and an improved fatty acid profile. Furthermore, producer training in management and biosecurity practices is essential to ensure the sustainability of the silvopastoral system and the valorization of acorn-fed pig meat as a differentiated product.

Key words: acorn-fed pig, silvopastoral system, sample drying, dry matter, animal diet

INTRODUCCIÓN

El cerdo bellotero constituye un modelo productivo ligado a sistemas de silvopastoreo en bosques de pino-encino, donde la dieta se basa en bellotas y otros frutos locales. Este sistema representa una práctica tradicional que hoy se integra en enfoques modernos de sostenibilidad y calidad alimentaria, al aprovechar recursos naturales del bosque y reducir la dependencia de piensos industriales (Tapias y Chavarría, 2024). La producción de carne diferenciada y de alto valor agregado se fundamenta en la singularidad de la dieta, que aporta perfiles de ácidos grasos y compuestos bioactivos similares a los observados en el cerdo ibérico bajo denominaciones de origen protegidas (Silva, Leco y Pérez, 2023).

Para garantizar que estos beneficios se traduzcan en resultados verificables, es necesario aplicar protocolos rigurosos de colecta, secado y análisis de muestras, que permitan determinar la composición nutricional y fotoquímica de los alimentos y excretas. El secado en estufa a 60 °C asegura la eliminación de humedad sin degradar compuestos sensibles, lo cual es esencial para obtener datos fiables sobre la calidad de la dieta (Quiroz, García y Sánchez, 2015). Asimismo, la correcta colecta en campo y el transporte bajo condiciones controladas evitan la contaminación y garantizan la representatividad de las muestras (Herrera, 2007; García, 2014). Estos procedimientos permiten vincular la dieta basada en bellotas con indicadores de digestibilidad y composición química de las excretas, reflejando la asimilación de nutrientes por el cerdo bellotero y su impacto en la calidad de la carne (Caballo y Redondo, 2013; Daza *et al.*, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Requerimientos de las muestras en laboratorio

La colecta en bosques debe realizarse bajo condiciones controladas, evitando contaminación cruzada y asegurando representatividad de las áreas de muestreo (Herrera, 2007). Este aspecto es crucial porque cualquier alteración en la integridad de la muestra puede distorsionar los resultados de los análisis nutricionales y fotoquímicos, afectando la validez de las conclusiones. Además, la representatividad garantiza que los datos obtenidos reflejen de manera fiel la dieta real del cerdo bellotero y no un sesgo derivado de una selección inadecuada de frutos o forrajes (García, 2014).

El personal de campo debe estar capacitado en bioseguridad y técnicas de muestreo, lo cual coincide con la importancia de la formación vocacional-profesional en la cría de cerdos belloteros (Peña, Miranda y González, 2024). La capacitación no solo asegura la correcta manipulación de las muestras, sino que también fortalece la responsabilidad técnica y el compromiso con la sostenibilidad del sistema silvopastoril. En este sentido, la preparación adecuada garantiza que las muestras recolectadas reflejen fielmente la dieta consumida por los animales, evitando errores metodológicos que podrían comprometer la interpretación de los resultados.

Asimismo, la aplicación de protocolos estandarizados de colecta y transporte bajo condiciones controladas es indispensable para preservar la integridad química y microbiológica de los materiales. Estos procedimientos permiten vincular la dieta basada en bellotas con indicadores de digestibilidad y composición química de las excretas, lo que aporta información clave sobre la asimilación de nutrientes y la calidad de la carne producida (Caballo y Redondo, 2013; Daza *et al.*, 2007). En consecuencia, los requerimientos de muestreo en laboratorio no solo constituyen un aspecto técnico, sino también un componente estratégico para garantizar la validez científica y la valorización del cerdo bellotero como producto diferenciado.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

Metodologías de muestreo y área experimental

El diseño experimental en encinares debe considerar la diversidad de flora y fauna asociada, que constituye fuentes de alimentación complementarias y enriquecen la dieta del cerdo bellotero (Tapias y Chavarría, 2024). Esta diversidad es clave porque los animales no solo consumen bellotas, sino también hierbas, frutos menores y raíces, lo que amplía el espectro nutricional y aporta metabolitos secundarios con efectos positivos en la salud animal. La inclusión de estas variables en el diseño experimental permite obtener resultados más representativos y aplicables a sistemas silvopastoriles reales.

El uso de instrumentos estériles es indispensable para evitar contaminación cruzada y garantizar la validez de los análisis. La manipulación inadecuada de las muestras puede introducir microorganismos o residuos externos que alteren la composición química, generando sesgos en la interpretación de los datos (García, 2014). Asimismo, el transporte en condiciones de refrigeración controlada asegura la estabilidad de compuestos sensibles como vitaminas, polifenoles y ácidos grasos, evitando su degradación antes del análisis en laboratorio.

La delimitación precisa de las áreas de muestreo asegura representatividad y rigor científico, ya que permite comparar diferentes estratos del bosque y evaluar cómo la disponibilidad de recursos varía según la densidad de encinos, la estacionalidad y las condiciones edáficas (Herrera, 2007). Este enfoque metodológico garantiza que los resultados reflejen la complejidad del ecosistema y la interacción entre dieta y entorno. Además, la correcta planificación experimental facilita la correlación entre la composición de los alimentos recolectados y los indicadores de digestibilidad y calidad de la carne en los cerdos belloteros (Caballo y Redondo, 2013; Daza *et al.*, 2007).

En síntesis, las metodologías de muestreo y la definición del área experimental no son simples procedimientos técnicos, sino componentes estratégicos que aseguran la validez científica del estudio y fortalecen la valorización del cerdo bellotero como producto diferenciado dentro de sistemas agroalimentarios sostenibles.

Secado y determinación de materia seca

El secado en estufa a 60 °C es un protocolo ampliamente aceptado que asegura la eliminación de humedad sin degradar compuestos bioquímicos, lo que permite obtener resultados confiables en la caracterización nutricional de alimentos y excretas (Quiroz, García y Sánchez Nájera, 2015). Este procedimiento es esencial porque la humedad residual puede alterar la concentración de nutrientes y provocar variaciones en la interpretación de los análisis bromatológicos.

Investigaciones recientes han demostrado que la temperatura y el tiempo de secado influyen directamente en la composición nutricional de frutos y forrajes, afectando parámetros como polifenoles, carbohidratos y fibra dietética. Por ejemplo, el secado solar indirecto aplicado a productos cárnicos y vegetales ha evidenciado pérdidas de compuestos antioxidantes cuando no se controla adecuadamente la exposición (Castro, 2022; Rojas, 2026). Estos hallazgos subrayan la necesidad de estandarizar las condiciones de secado para evitar sesgos en la evaluación de la dieta del cerdo bellotero.

La conservación en desecadoras herméticas constituye una medida complementaria que evita la reabsorción de humedad y mantiene la estabilidad química de las muestras, garantizando que los resultados reflejen la calidad real de la dieta (Crespo y Capurro, 2007). Este paso es particularmente relevante en ecosistemas tropicales y subtropicales, donde la humedad ambiental puede comprometer la integridad de los materiales recolectados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia en la nutrición del cerdo bellotero

La bellota del encino constituye un recurso alimenticio estratégico por su aporte de taninos y polifenoles, compuestos bioactivos que influyen en la digestibilidad y en la calidad de la carne. Estos metabolitos secundarios, aunque pueden reducir la disponibilidad de ciertos nutrientes, también ejercen efectos positivos sobre la salud intestinal y la estabilidad oxidativa de los productos cárnicos, lo que se traduce en una carne con mayor valor agregado (Silva, Leco y Pérez, 2023).

La dieta basada en bellotas se asocia a un mayor contenido de grasa intramuscular y un mejor perfil de ácidos grasos, características que han sido ampliamente documentadas en el cerdo ibérico. Estudios demuestran que los sistemas de alimentación basados en recursos naturales del bosque generan canales con mayor jugosidad, sabor y calidad sensorial, diferenciando estos productos en el mercado (Caballo y Redondo, 2013; Daza *et al.*, 2007). Este paralelismo refuerza la importancia de los sistemas silvopastoriles en Cuba, donde el cerdo bellotero puede posicionarse como un producto de calidad similar al ibérico.

Además, el manejo adecuado del cerdo como animal doméstico es clave para optimizar su bienestar y productividad. La implementación de prácticas de cuidado, alimentación controlada y manejo sanitario asegura que los beneficios de la dieta se traduzcan en resultados productivos sostenibles (Viborg, s.f.). En este sentido, la capacitación de los productores en el manejo de estos sistemas resulta esencial para garantizar la calidad de la carne y su valorización en la industria alimentaria. La formación técnica permite aplicar protocolos de muestreo, secado y análisis que vinculan la dieta con indicadores de calidad, fortaleciendo la competitividad del cerdo bellotero en mercados especializados (Martín, 2023).

Contexto territorial

En Cuba, los encinares de Pinar del Río representan un recurso estratégico para la alimentación del cerdo bellotero, integrando tradición y sostenibilidad en sistemas silvopastoriles que aprovechan la biodiversidad local (Tapias y Chavarría, 2024). Estos bosques no solo aportan bellotas como fuente principal de energía y compuestos bioactivos, sino también otros frutos, hojas y raíces que enriquecen la dieta, generando un modelo productivo adaptado a las condiciones edáficas y climáticas de la región.

La interacción entre biodiversidad y producción animal convierte a este sistema en un ejemplo de agroalimentación territorializada, donde la calidad del producto final está directamente vinculada al ecosistema que lo sustenta. Este enfoque se asemeja a las denominaciones de origen protegidas del cerdo ibérico, en las que la alimentación natural y el manejo tradicional son factores diferenciadores de la carne (Silva, Leco y Pérez, 2023). En el caso cubano, la singularidad de los encinares de Pinar del Río ofrece una oportunidad para posicionar la carne del cerdo bellotero como un producto distintivo en mercados especializados.

La valorización de esta carne depende de la correcta aplicación de protocolos de muestreo y secado, que aseguren la representatividad y estabilidad de las muestras, así como de la formación técnica de los productores. La capacitación en prácticas de manejo, bioseguridad y análisis nutricional garantiza que los beneficios de la dieta se traduzcan en resultados verificables y

sostenibles (Herrera, 2007; García, 2014). De este modo, el contexto territorial no solo aporta recursos naturales, sino que también condiciona la calidad y diferenciación del cerdo bellotero como producto agroalimentario de alto valor.

CONCLUSIONES

El secado de muestras y la determinación de materia seca son procesos críticos para evaluar la calidad de la dieta del cerdo bellotero en bosques de pino-encino. La correcta colecta, transporte y análisis permiten establecer relaciones entre la composición nutricional de los alimentos, la digestibilidad y la calidad de la carne. La capacitación de productores y técnicos asegura la aplicación de protocolos internacionales y la sostenibilidad del sistema silvopastoril. Este enfoque integral contribuye a la valorización de la carne del cerdo bellotero como producto diferenciado y de alta calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Caballo, G. Q., & Redondo, B. I. 2013. Contenido en grasa intramuscular del lomo y la paleta de cerdos ibéricos según su sistema de alimentación y manejo. Revista complutense de ciencias veterinarias, 7(1), 30.

Castro Alcantar, I. Y. 2022. Cinética de secado de cecina usando un secador solar indirecto.

Crespo, R. J., Castaño, J. A., & Capurro, J. A. 2007. Secado de forraje con el horno microondas: efecto sobre el análisis de calidad. Agricultura Técnica, 67(2), 210-218.

Daza, A., Álvarez, D., Olivares, A., Cordero, G., & López-Bote, C. J. 2007. Efecto del sistema de alimentación sobre los resultados productivos y las características de la canal de cerdos ibéricos acabados con pienso en estabulación. Revista ITEA. Producción animal Extra, 28, 696-698.

García, R. S. H. 2014. Algunos aspectos que pueden influir en el rigor y veracidad del muestreo de pastos y forrajes. Avances en Investigación Agropecuaria, 18(2), 7-26.

Herrera, R. S. 2007. Toma y procesamiento de la muestra de pasto. Su influencia en indicadores morfológicos y composición química. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 41(3), 209-216.

Martín, A. 2023. Evaluación de la calidad y del proceso de curación del jamón de cerdo ibérico mediante cromatografía de gases espectrometría de movilidad iónica empleando un sistema de muestreo no destructivo (Doctoral dissertation, Universidad de Córdoba).

Peña, T. Q., Morales, A. C., Miranda, J. E., & González, Y. R. 2024. Una mirada a la formación vocación-profesional para la cría de cerdos belloteros. Anuario, 166.

Quiroz Ramírez, B., García González, M. D. L., & Sánchez Nájera, R. M. 2015. Deshidratación de residuos sólidos orgánicos domésticos por el proceso de liofilización y por secado en estufa y su caracterización bromatológica como una alternativa para la gestión y aprovechamiento de estos.

Rojas Cruzado, B. A. 2026. Efecto del secado sobre el tiempo, las características fisicoquímicas, microbiológicas y CRA del hongo comestible (*Suillus luteus* A.).

Silva Pérez, R., Leco Berrocal, F., & Pérez Díaz, A. 2023. *Denominaciones de Origen Protegidas del cerdo ibérico y territorio. Una lectura desde la perspectiva de la agroalimentación territorializada*.

Tapias, A. A. G., & Chavarría, A. G. 2024. Una mirada a la tradición y aporte socioeconómico del cerdo bellotero en Pinar del Río, Cuba. *Agronegocios sostenibles en América Latina y el Caribe: de la tradición a la innovación*.

Viborg, E. (s.f.). *Una guía para el cuidado y manejo del cerdo como un animal doméstico*.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

GANADERÍA 4.0: PERSPECTIVAS DE SU IMPLEMENTACIÓN

LIVESTOCK 4.0: PERSPECTIVES ON ITS IMPLEMENTATION

Denise Rodríguez García*, Daiky Valenciaga Gutiérrez

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
**Autor para correspondencia: denideni121099@gmail.com*

RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica de los estudios desarrollados en el mundo sobre la aplicación de la Ganadería 4.0 y las ventajas del uso de las tecnologías que fusionen la adquisición de datos, el almacenamiento y la transformación de la información a través de la predicción, valiéndose de instrumentos y máquinas inteligentes para la ganadería. A su vez, se señaló algunas de las aplicaciones más destacadas y las perspectivas de su implementación en el ICA. Se concluye que la Ganadería 4.0 ofrece soluciones innovadoras ante los nuevos retos de demandas de sostenibilidad, bienestar animal y eficiencia productiva del sector ganadero. Su implementación en el ICA podría redefinir los resultados de las producciones ganaderas actuales Estas soluciones tecnológicas permitirán el monitoreo, obtención, procesamiento y transmisión de datos en tiempo real, de manera continua y automatizada de parámetros productivos, sanitarios, fisiológicos y de comportamiento animal a nivel individual; permitiendo la toma de decisiones basadas en datos precisos, rápidos, efectivos y eficientes, con el fin de ahorrar tiempo, lograr una gestión más sustentable de los recursos disponibles, manteniendo el bienestar animal y un impacto ambiental reducido. Sin embargo, su implementación también plantea desafíos importantes, como la necesidad de desarrollar sistemas de monitoreo y control eficientes adaptados a cada escenario, los costos, y la necesidad de capacitar al personal encargado de operar estos sistemas.

Palabras clave: ganadería, tecnologías, sostenibilidad, implementación, bienestar.

ABSTRACT

A literature review was conducted of studies developed worldwide on the application of Livestock 4.0 and the advantages of using technologies that merge data acquisition, storage, and transformation through prediction, utilizing intelligent instruments and machinery for livestock farming. In turn, some of the most prominent applications and the prospects for their implementation at the ICA (Colombian Agricultural Institute) were highlighted. It is concluded that Livestock 4.0 offers innovative solutions to the new challenges of sustainability, animal welfare, and productive efficiency demands in the livestock sector. Its implementation at the ICA could redefine the results of current livestock production. These technological solutions will allow for the continuous and automated monitoring, acquisition, processing, and transmission of real-time data on productive, health, physiological, and behavioral parameters at the individual animal level; enabling data-driven decision-making based on accurate, rapid, effective, and efficient information, in order to save time, achieve more sustainable management of available resources, maintain animal welfare, and reduce environmental impact. However, its implementation also presents significant challenges, such as the need to develop efficient

monitoring and control systems adapted to each scenario, the costs involved, and the need to train the personnel responsible for operating these systems.

Keywords: livestock, technologies, monitoring, sustainability, implementation, welfare

INTRODUCCIÓN

El presente y el futuro de la ganadería pasa obligatoriamente por su transformación tecnológica progresiva pues contribuye a hacerla más competitiva, eficiente, rentable y sostenible .La "Ganadería 4.0" o "Ganadería inteligente" juega un papel primordial en el enfrentamiento a los nuevos retos de demandas de sostenibilidad, bienestar animal y eficiencia productiva. No es más que la producción ganadera altamente controlada, precisa y optimizada e implica la aplicación de los avances tecnológicos de la Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0) al sector ganadero (Morrone *et al.,* 2022).

De esta forma se logra una estrategia productiva que responde a las exigencias del presente, en un contexto donde los márgenes de rentabilidad son cada vez más estrechos y la presión por mejorar el bienestar animal y reducir el impacto ambiental es constante, automatizar los procesos permite avanzar hacia una ganadería más inteligente y resiliente (Jaramillo y Ríos, 2024)

Objetivo: Profundizar en las perspectivas de la aplicación de la Ganadería 4.0, ante los nuevos retos de demandas de sostenibilidad, bienestar animal y eficiencia productiva del sector ganadero.

SUSTENTACIÓN TEÓRICA

Con un enfoque en la optimización de la producción y la gestión sostenible, la ganadería 4.0 está marcando un cambio significativo en el sector ganadero, preparándolo para enfrentar los desafíos del futuro con mayor eficacia. Esta revolución tecnológica está permitiendo a los ganaderos mejorar la eficiencia, la seguridad y el bienestar animal mediante la implementación de innovaciones como collares inteligentes, sensores de monitoreo, drones y sistemas robotizados (Zhang, 2021)

Carrillo (2024) planteó que, gracias a la integración de sistemas automatizados, es posible estandarizar operaciones críticas como la alimentación, el ordeño, el control sanitario o la gestión de residuos. Esto se traduce en mayor eficiencia operativa, menor dependencia de la mano de obra intensiva y una capacidad superior para escalar la producción sin perder precisión ni control.

Es un tema de gran relevancia pues en este nuevo entorno ganadero, los datos en tiempo real y la conectividad entre dispositivos permiten anticiparse a problemas antes de que se conviertan en crisis, reducir desperdicios, mejorar la planificación y optimizar el uso de recursos, explicó Kleen (2023). Una de las innovaciones más destacadas en este campo son los collares inteligentes, que brindan información sobre la ubicación de los animales y permiten la creación de cercas virtuales para delimitar áreas de pastoreo. Estos dispositivos emiten señales auditivas o leves descargas eléctricas para mantener a los animales dentro de los límites establecidos, proporcionando así un mayor control y seguridad en la gestión del ganado (Molina *et al.,* 2023)

Además, según Plaza (2022) se han desarrollado sensores instalados en comederos que monitorean el consumo de alimento sólido y líquido de los animales, ofreciendo datos precisos sobre sus condiciones alimenticias.

La implementación de la ganadería 4.0 tal como expuso Viteri *et al.* (2024) ha dado lugar a una serie de innovadoras transformaciones en el sector, posibilitando a los ganaderos conseguir una eficiencia máxima en su trabajo. Algunas de las aplicaciones más destacadas incluyen:

- ✓ **Monitorización del bienestar animal**: Mediante el uso de sensores y cámaras equipadas con algoritmos de reconocimiento de patrones, los ganaderos pueden vigilar la salud y el comportamiento de los animales en tiempo real. Estos sistemas pueden detectar signos de estrés, lesiones o enfermedades antes de que se vuelvan críticas. Se puede analizar el comportamiento de las vacas, como su tiempo de alimentación, rumiación y descanso, para detectar anomalías que puedan indicar problemas de salud.
- ✓ **Optimización de la alimentación:** Se puede optimizar las dietas mediante el análisis de datos sobre el consumo de alimento, el crecimiento de los animales y la calidad de los productos finales. Los sistemas de alimentación inteligente pueden ajustar automáticamente las raciones basándose en las necesidades individuales de cada animal, su etapa de crecimiento y su estado de salud.
- ✓ **Gestión de la reproducción:** Los algoritmos pueden predecir los mejores momentos para la inseminación, basándose en datos sobre el ciclo reproductivo y el comportamiento de los animales. Esto aumenta las tasas de éxito en la reproducción y reduce el tiempo entre partos, crucial para la productividad en granjas de cría. Además, puede ayudar a identificar los mejores animales para la reproducción, basándose en características genéticas y productivas, mejorando así la calidad genética del rebaño a lo largo del tiempo.

PERSPECTIVAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GANADERÍA 4.0 EN EL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

En el ICA se pretende profundizar en las investigaciones básicas y aplicadas que permitan el desarrollo, implementación y evaluación de algunas soluciones tecnológicas de la ganadería 4.0 o ganadería inteligente con potencialidades demostradas de inserción en el sector ganadero, que contribuirán al avance hacia una ganadería sostenible y resiliente, contribuir a la seguridad alimentaria y nutricional de la sociedad, con favorable impacto económico, social y ambiental.

Entre estas soluciones tecnológicas, las más utilizada a nivel internacional son los llamados collares o sensores inteligentes, que se colocan en el cuello de los animales y permiten obtener información en tiempo real de su trayectoria, recorrido espacial y los movimientos que realiza; detectando patrones de conducta inusuales, o problemas que amenazan el bienestar animal, sin manipular a los animales ni inducir estrés, ofreciendo al ganadero el poder de actuar cuando surjan los primeros signos del deterioro del bienestar, ayudando a mejorar el confort de estos y su productividad.

Por otra parte, la utilización de collares inteligentes permitirá ofrecer a la ganadería sugerencias concretas sobre cómo mejorar el manejo del rebaño a partir de datos comprobados acerca la detección del horario en el que mayor número de animales presentan celo para la implementación del proceso de inseminación artificial, tal como expuso Loučka (2023).

Recientemente se ha desarrollado la tecnología de los “cercados virtuales”. Los principales beneficios atribuidos a esta tecnología explicaron Truman (2022) consisten en el ahorro en cercado físico, la reducción de la mano de obra y el tiempo dedicado a la instalación y mantenimiento de cercas, facilitando la gestión del pastoreo, la prevención de robos y la seguridad del ganado. La evaluación de la tecnología de cercados virtuales en sistemas silvopatoriles constituye prioridad en las investigaciones futuras para la implementación de la ganadería 4.0 en el Instituto de Ciencia Animal.

CONCLUSIONES

La Ganadería 4.0 ofrece soluciones innovadoras ante los nuevos retos de demandas de sostenibilidad, bienestar animal y eficiencia productiva del sector ganadero.

Su implementación en el ICA podría redefinir los resultados de las producciones ganaderas actuales Estas soluciones tecnológicas permitirán el monitoreo, obtención, procesamiento y transmisión de datos en tiempo real, de manera continua y automatizada de parámetros productivos, sanitarios, fisiológicos y de comportamiento animal a nivel individual; permitiendo la toma de decisiones basadas en datos precisos, rápidos, efectivos y eficientes, con el fin de ahorrar tiempo, lograr una gestión más sustentable de los recursos disponibles, manteniendo el bienestar animal y un impacto ambiental reducido.

Sin embargo, su implementación también plantea desafíos importantes, como la necesidad de desarrollar sistemas de monitoreo y control eficientes adaptados a cada escenario, los costos, y la necesidad de capacitar al personal encargado de operar estos sistemas.

Son necesarios mayor cantidad de estudios básicos y aplicados que cuantifiquen estos efectos y comparen resultados en sistemas productivos con y sin estas soluciones tecnológicas. Esto permitirá a los formuladores de políticas públicas tomar decisiones e introducir incentivos para promover la introducción de estas soluciones tecnológicas para contribuir al logro de producción ganadera sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, J. 2024. Gestión del conocimiento y tecnologías aplicadas a modelos sostenibles de producción en ganadería. Ciencia y Agricultura 21(2)

Garro, R., y Tallarico, G. 2022. Ganadería de precisión: innovaciones tecnológicas que agregan valor a la ganadería. IDIA21, 2(1).

González, N., Leyva, M., Faggoni, K., y Álvarez, P. 2018. Estudio comparado de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades en la ganadería. Sistemas, Cibernética e Informática, 15(2)

Jaramillo, Y., y Ríos, P. 2024. Tendencias Tecnológicas con loT en la Ganadería 4.0 aplicables en Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 5947-5974.

Kleen, J. L., & Guatteo, R. 2023. Precision Livestock Farming: ¿What Does It Contain and What Are the Perspectives? Animals, 13(5)

Loučka, R., Jančík, F., Kumprechtová, D., Koukolová, V., Kubelková, P., Tyrolová, Y., Výborná, A., Joch, M., Jambor, V., Synková, H., Malá, S., Nedělník, J., Lang, J., & Homolka, P. 2023. Using precision livestock farming for dairy herd management. Czech Journal of Animal Science, 68(3), 111-121.

Molina, R. A., Perilla, S., Campos, R., Sánchez, H., Rivera, J. C., Muñós, L. A. y Jiménez, D. 2023. Efecto del clima sobre la respuesta térmica en vacas de diferentes grupos raciales en trópico bajo. URL: https://doi.org/10.21897/rmvz.2921

Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., y Grazia, M. 2022. Industry 4.0 and Precision Livestock Farming (PLF): An up to Date Overview across Animal Productions. Journals Sensors, vol. 22, nº 12

Opio, C., y Sangoluisa Rodríguez, P. 2022. Innovaciones en el sector ganadero. Compendio de experiencias en América Latina y el Caribe 2021. Panamá, FAO e IICA. ISBN 978-92-5-136601-1.

Plaza, J. 2022. Nuevas estrategias basadas en geotecnologías de aplicación a la agricultura y ganadería de precisión. Universidad de Salamanca.

Truman, M., Campler R., and Costa J.H.C. 2022. Body condition score change throughout lactation utilizing an automated BCS system: a descriptive study. Animals J. MDPI 12(5):601.

Viteri, Guzman, Grace Katiuska; Monserrate Sanchez, Ignacio Hugo; Arrese Vilche, Alfredo Enrique. 2024. IoT technology for animal health monitoring in the livestock sector. Revista de las Agrociencias La Tecnica, vol. 14, nº 1, p. 60 68

Zhang, Mengjie; Wang, Xuepei; Feng, Huanhuan; Huang, Qiuyi; Xiao, Xinging; Zhang, Xiaoshuan. 2021. Wearable Internet of Things enabled precision livestock farming in smart farms: A review of technical solutions for precise perception, biocompatibility, and sustainability monitoring. Journal of Cleaner Production, vol.312, 2021.

INTERJOVEN

INTERJOVEN

EVALUACIÓN GENÉTICA DE BÚFALAS PARA PRODUCCIÓN LECHERA EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE CUBA

GENETIC EVALUATION OF BUFFALOES FOR DAIRY PRODUCTION IN THE WESTERN REGION OF CUBA

Leonel Aguiar[1*], Yenny García[1], Luis M. Fraga[1] y Marta Mora[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba*
**Autor para correspondencia: leonelaguiarcaballero@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar genéticamente el Buffalypso y sus mestizos para rasgos de producción lechera en las condiciones ambientales de la región occidental de Cuba. Se estimaron los parámetros genéticos de los siguientes rasgos: producción de leche acumulada hasta 244 días, duración y persistencia de la lactancia y producción de leche en el día de control de búfalas pertenecientes a las EPG "El Cangre" y "Los Naranjos". Los datos fueron tomados de 5000 lactancias de 1377 búfalas mestizas (Buffalypso x Carabao), entre los años de parto 2006-2020. Para la estimación de los componentes de varianza se utilizó el método de máxima verosimilitud restringida (REML), desarrollado dentro del WOMBAT (2006), a través de un modelo animal, en análisis multirasgo. La heredabilidad para producción de leche fue de 0.15±0.04, persistencia de 0.21±0.06, duración de la lactancia de (0.13±0.06) y PDC varió entre 0.09 a 0.21. La correlación genética entre la producción de leche y la duración de la lactancia fue de 0.63, entre la persistencia y la producción de leche y duración de lactancia fue de 0.38± 0.12 y 0.50 ± 0.14, respectivamente. Entre las PDC y la PL244 fueron altas y positivas con valores comprendidos entre 0.80 a 0.98. Las heredabilidades estimadas para los diferentes rasgos varían siendo medias en algunos casos, por lo que es posible obtener ganancias genéticas mediante la selección.

Palabras clave: búfalo, evaluación genética, leche.

ABSTRACT

The objective of this study was to genetically evaluate the Buffalo and its crossbreeds for dairy production traits under the environmental conditions of western Cuba. Genetic parameters for the following traits were estimated: cumulative milk production up to 244 days, lactation duration and persistence, and milk production on the day of inspection in buffaloes belonging to the "El Cangre" and "Los Naranjos" EPGs. Data were taken from 5,000 lactations of 1,377 crossbred buffaloes (Buffalypso x Carabao), between the calving years 2006 and 2020. The restricted maximum likelihood (REML) method, developed within WOMBAT (2006), was used to estimate variance components using an animal model in multitrait analysis. The heritability for milk production was 0.15 ± 0.04, persistence 0.21 ± 0.06, lactation duration 0.13 ± 0.06, and PDC ranged from 0.09 to 0.21. The genetic correlation between milk production and lactation duration was 0.63, and between persistence and milk production and lactation duration were 0.38 ± 0.12 and 0.50 ± 0.14, respectively. Heritability was high and positive between PDC and PL244, with values ranging from 0.80 to 0.98. The estimated heritabilities for the different traits varied, being medium in some cases, making genetic gains possible through selection.

Key words: buffalo, genetic evaluation, milk.

INTRODUCCIÓN

La lechería bubalina, se posiciona actualmente como una alternativa pecuaria promisoria en las difíciles condiciones de crisis económica en países de América Latina y el Caribe. En la última década, diversos países han realizado acciones para desarrollar programas de selección con el fin de identificar y diseminar en los rebaños, los individuos probados como superiores en las características de mayor importancia económica.

Es importante tener en cuenta, las heredabilidades de los rasgos a seleccionar y las correlaciones entre los mismos, de esta manera podemos maximizar la respuesta esperada en interacción con el medio ambiente. Por lo que nos propusimos evaluar genéticamente el *Buffalypso* y sus mestizos para rasgos de producción lechera en las condiciones ambientales de la región occidental de Cuba en búfalas mestizas (gradaciones variables de *Buffalypso* x *Carabao*).

Objetivo: Evaluar genéticamente el Buffalypso y sus mestizos para rasgos de producción lechera en las condiciones ambientales de la región occidental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 5000 lactancias de 1377 búfalas mestizas (gradaciones variables de *Buffalypso x Carabao*), nacidas en el período de 2006 a 2020, pertenecientes a la EPG "El Cangre" y los "Los Naranjos", Cuba. En la preparación y descripción de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS (2013).

Para la estimación de los componentes de varianza se utilizó el método de máxima verosimilitud restringida, desarrollado dentro del WOMBAT (2006). Se utilizó un modelo animal, en análisis multi característico, se estimaron los parámetros genéticos de los siguientes rasgos: producción de leche acumulada hasta 244 días, duración y persistencia de la lactancia y producción de leche en el día de control de búfalas. El modelo incluyó los efectos fijos de grupo de contemporáneo y los efectos aleatorios genético aditivo y residual. El grupo de contemporaneo estuvo definido por rebaño, año de pesaje y semestre de pesaje (1: enero-junio y 2: julio-diciembre).

En notación matricial, el modelo general puede ser descrito como: $y = X\beta + Za + e$**;** donde **y** es el vector observación; **X**, es la matriz de incidencia de los efectos fijos (grupo de contemporáneos); **ß,** es el vector solución para los efectos fijos; **Z,** es la matriz de incidencia de los efectos genéticos aditivos directos; **a**, es el vector solución para los efectos genéticos aditivos directos y **e** es el vector de los errores aleatorios asociados a las observaciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estimado de heredabilidad para producción de leche fue de 0.15±0.04. Valores superiores fueron observados por Tonhati *et al*. (2008) y similares fueron informados por Malhado *et al*. (2009) con la raza *Murrah* en *Brasil*. El resultado encontrado en este estudio puede ser consecuencia de la poca selección realizada por vía de las hembras, puesto que en los años de explotación de la especie en el país el objetivo fundamental ha sido el crecimiento del rebaño. Es necesario intensificar la selección mayor progreso genético en el programa de mejoramiento genético de la especie en el país.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

En el caso de la duración de lactancia el estimado de heredabilidad fue de 0.13±0.06 y para persistencia de la lactancia se encontró un valor de 0.21±0.06, valores considerados de bajo a medio, respectivamente. La correlación genética entre la producción de leche y la duración de la lactancia fue de 0.63, aunque alta y positiva. La correlación genética entre la persistencia y la producción de leche y duración de lactancia fue de 0.38± 0.12 y 0.50 ± 0.14, respectivamente (tabla 1).

Tabla 1. Correlaciones genéticas entre las características de persistencia, producción de leche acumulada a los 244 días de lactancia y duración de la lactancia

	P 2:1	**PL244**	**DL**
P2:1	1		
PL244	0.38	1	
DL	0.50	0.63	1

Al analizar las medias de producción en cada control, se pudo observar (tabla 2) que oscilaron entre 4.06 kg para el primer pesaje, alcanzando la mayor producción en el segundo control con 4.21 kg y el valor mínimo (2.16 kg) en el noveno. Valores superiores fueron obtenidos por otros autores en la raza *Murrah* y sus mestizos (Tonhati *et al*. 2008), lo que pudo deberse a las diferencias en los sistemas de manejo, alimentación e intensidad de selección a la que han estado sometidos esas razas.

Las bajas producciones observadas en este estudio pudieron deberse a factores genéticos como el genotipo de las búfalas (*Buffalypso* y sus mestizos) sometidas a poca intensidad de selección y utilización de sementales no probados por un largo período. En cuanto a los factores ambientales, se destacan las pasturas naturales que predominaban en esas unidades que eran de mala calidad. Además, en la época de seca, por lo general estas pasturas no cubren los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que es necesario buscar alternativas para este déficit alimentario como: bancos de biomasa para pastoreo, sistemas silvopastoriles, caña de azúcar y forraje utilizado como corte y acarreo y suplementación estratégica.

Tabla 2. Medias (kg), desviación estándar (DE) y coeficientes de variación (CV) de la producción en el día de control

Control	**Medias(kg)**	**DE**	**CV (%)**
1	4.06	1.14	28.32
2	4.21	1.09	26.52
3	3.94	1.08	27.61
4	3.58	1.13	31.76
5	3.20	1.12	35.03
6	2.88	1.09	37.98
7	2.51	1.03	41.18
8	2.27	1.08	47.95
9	2.16	1.08	50.55

Las varianzas genéticas aditiva y de ambiente permanente estimadas fueron mayores al inicio de la lactancia y disminuyen paulatinamente hasta el final de la misma (tabla 3). Las varianzas genéticas aditivas variaron de 0,071 a 0,127. Similares resultados fueron obtenidos por Hurtado-Lugo *et al*. (2009) en búfalas colombianas. Las varianzas residuales se encontraron menores al principio de la lactancia aumentando hacia el final de la misma (tabla 3). Resultados diferentes fueron reportados por Hurtado-Lugo *et al.* (2009) observando que fueron bajas al principio y al final de la lactancia aumentando hacia la mitad de la misma. Las diferencias encontradas en estos estudios pueden ser atribuidas al tipo de polinomio de legendre empleado en cada uno.

Tabla 3. Estimatidos de varianza genética aditiva (σ^2_a), de ambiente permanente (σ^2_{ap}), fenotípicas (σ^2_p), residuales (σ^2_e) y heredabilidades (h^2) para las producciones de leche en el día del control (PLDC).

PLDC	σ^2_a	σ^2_{ap}	σ^2_p	σ^2_e	h^2
30	0,119	0,309	0,599	0,171	0,19
60	0,124	0,311	0,595	0,160	0,20
90	0,127	0,334	0,611	0,150	0,21
120	0,117	0,331	0,663	0,215	0,17
150	0,115	0,302	0,612	0,195	0,18
180	0,101	0,293	0,597	0,223	0,16
210	0,094	0,287	0,692	0,311	0,13
240	0,112	0,327	0,862	0,423	0,12
270	0,071	0,272	0,824	0,481	0,09

Las estimativas de heredabilidad obtenidas para las PDC variaron de 0,09 a 0,21 (tabla 3), presentándose las mayores heredabilidades hacia el inicio de la lactancia. En búfalos lecheros brasileros se observaron estimativas semejantes (Aspilcueta-Borquis *et al*. 2010) y valores superiores se informaron por Hurtado-Lugo *et al*. (2009) en búfalas colombianas, estos últimos estimaron heredabilidades que variaron desde 0,23 a 0,47, aunque se presentaron las mayores en el inicio de la lactancia como ocurrió en este estudio.

Las correlaciones genéticas entre las PDC disminuyeron su valor a medida que fue aumentando la distancia entre los diferentes controles. En el caso de la PL244 y las PDC fueron altas y positivas (0.80 a 0.98). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Aspilcueta-Borquis *et al*. (2010) en búfalos brasileros.

CONCLUSIONES

Las heredabilidades estimadas para los diferentes rasgos varían de bajas a medias.

El estimado de heredabilidad para PDC más alta se encontró en el tercer mes de control (0.21).

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten considerar que la selección para producción de leche propiciaría el aumento de la duración de lactancia, así como, que con el incremento de esta última se logran cambios positivos en la persistencia de la lactancia.

La correlación genética entre la PDC en el tercer control y la PL244 tuvo un valor de 0.98, lo que sugiere que es posible realizar selección para este rasgo, esto permite disminuir el intervalo generacional.

BIBLIOGRAFÍA

Aspilcueta, R., Bignardi, A. B., Seno, L., Camargo, G., Muñoz-Berrocal, M., Albuquerque, L., Di Palo R. & Tonhati, H. 2010. Genetic parameters for milk yield analyzed by test-day models in Murrah buffaloes in Brazil. *Italian Journal of Animal Science*, 9: 34. P.179-182.

Hurtado-Lugo, N., Cerón-Muñoz, M. F. & Gutiérrez-Valencia, A. 2009. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche en el día del control en búfalos de la Costa Atlántica Colombiana. [En línea] Disponible en: http://www.cipav.org.co.htm. LivestockResearch for Rural Development.

Malhado, C.H., Ramos, A., Carneiro, P., Azevedo, D., Affonso, P., Pereira, D. & Souza, J. 2009. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas e produtivas de búfalas mestiças no Brasil. Rev. Bras. Saúde Prod. An., v.10, n.4, p.830-839 out/dez. http://www.rbspa.ufba.br.

Mitat, A. 2008. La producción de leche en el día de control para la selección de búfalas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencia Veterinarias. IIPP y CIMA. Ciudad de la Habana. Cuba.

SAS. 2013. SAS User's guide: Statistics. SAS. Institute. INC, Cary, N.C., USA.

Tonhati, H., Cerón-Muñoz, M., de Oliveira, A. J, El Faro, L., Ferreira-Lima, A.L & Galvão de Albuquerque, L. 2008. Test-day milk yield as a selection criterion for dairy buffaloes (Bubalus bubalis Artiodactyla, Bovidae). Genetics and Molecular Biology, 31, 3, 674-679. Sociedade Brasileira de Genética. Brazil.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS DE PRIMER PARTO EN LA VAQUERÍA GENÉTICO 4

REPRODUCTIVE BEHAVIOR OF FIRST-CALF COWS IN THE GENETIC 4 DAIRY FARM

Yaisel Rodríguez González[1*], M Méndez Mendoza[1], F Diaz Barrera[1], Rafael Rodríguez Hernández[1] y Daiky Valenciaga Gutiérrez[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba*

**Autor para correspondencia: yaisel910906@gmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar los indicadores reproductivos en vacas de primer parto, se utilizaron 10 vacas ubicadas en la vaquería Genético 4, perteneciente al Instituto de Ciencia Animal, durante el periodo de un año (2023-2024). Los rasgos analizados fueron: edad a la incorporación (EI), edad al primer (E1P) y segundo parto (E2P), periodo de servicio (PS), intervalo entre partos (IPP), peso vivo a la incorporación (PI) y ganancia media diaria de peso hasta la reproducción (GMD). La información se analizó mediante el paquete estadístico SAS. Los bajos promedios de EI y PI fueron bajos, mientras que los demás estuvieron dentro de los rangos establecidos. Estos resultados se pueden atribuir a la presencia de una serie de riesgos en novillas que son necesarios identificar y controlar para mejorar la eficiencia reproductiva.

Palabras claves: indicadores reproductivos, edad a la incorporación, novillas

ABSTRACT

To characterize reproductive indicators in first-calf heifers, 10 cows located at the Genetic 4 dairy farm, belonging to the Institute of Animal Science, were used over a one-year period (2023-2024). The traits analyzed were: age at first calving (AFC), age at first (A1C) and second (A2C) calving, service period (SP), calving interval (CI), live weight at first calving (LW), and average daily gain until reproduction (ADG). The data were analyzed using the SAS statistical package. The low averages for AFC and LW were significant, while the other traits were within established ranges. These results can be attributed to the presence of several risks in heifers that need to be identified and controlled to improve reproductive efficiency.

Keywords: reproductive indicators, age at first calving, heifers

INTRODUCCIÓN

La trasformación de la ganadería cubana a partir de una población eminentemente cebuina y de pequeños núcleos lecheros aislados, hacia una ganadería cuyos niveles productivos puedan satisfacer los niveles productivos las necesidades crecientes de consumo de leche por los humanos, fue uno de los principales objetivos económicos y sociales de Cuba desde inicio de los años 60 (Uffo *et al.*, 2013). En la estrategia de mejoramiento genético se diseñó el genotipo

Siboney de Cuba (5/8 Holstein 3/8 Cebú). Este genotipo ha mostrado un mejor comportamiento y adaptación a las condiciones medioambientales del trópico (Hernández y Ponce de León, 2020).

El crecimiento de la hembra joven como futura vaca de cría, es de primordial importancia en la ganadería. El objetivo es lograr que las hembras mantengan altas tasas de crecimiento basadas en pastos para alcanzar al destete del 35 al 40 % de su peso adulto, así como el 50 % de su peso a los 12 meses de edad y del 65 al 70 % del peso vivo del animal adulto al incorporarlas a la reproducción a edades entre 18 y 22 meses de edad (Sessarego *et al.*, 2021).

Los indicadores reproductivos permiten evaluar y conocer la eficiencia reproductiva del rebaño, los factores que la afectan y aplicar con éxito las medidas que faciliten su optimización. Estos indicadores varían de acuerdo con las características de la explotación, su localización geográfica, sistema de alimentación, entre otros factores (García- Díaz *et al.*, 2019)

Objetivo: Caracterizar indicadores reproductivos y sanguíneos en vacas de primer parto en la vaquería Genético 4 del Instituto de Ciencia Animal (ICA).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la unidad Genético 4 perteneciente a la Granja Genética del ICA, localizada a 22º 53' de latitud norte y los 82º 02' de longitud oeste y 92 msnm, municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque de la República de Cuba; sobre un suelo pardo con carbonato (Hernández *et al.*, 2009). El fin productivo de esta unidad es la de producción de leche, utilizando para la misma las razas Siboney de Cuba y sus mestizos, estos últimos con variación en su grado de mestizaje, la cual cuenta actualmente con 102 animales (tabla 1).

La unidad cuenta con un total de 61 hectáreas, donde 60 ha están destinadas a la producción de pastos. El sistema de alimentación de las vacas se basa en pastoreo rotacional. Las vacas lactantes consumieron fundamentalmente pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), pasto Pangola (*Digitaria decumbens*), pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*) y algunas especies de pasto naturales. Después del año 2000 se comenzó la introducción del *Cenchrus purpureus* vc. Cuba CT-115, con destino al pastoreo y como reserva estratégica de los períodos de sequía. El Consumo de Materia Seca por animal fue de una calidad de pasto que osciló de regular a malo.

Durante el período poco lluvioso se suministró suplementación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), King Grass (*Cenchrus purpureus*) en forma de forraje, según disponibilidad. Las sales minerales formaban parte de los alimentos complementarios según lo requería la dieta. Las hembras no lactantes se mantuvieron en las mismas condiciones de pastoreo. Durante el período, no se ofreció ningún suplemento a las vacas preparto. Los intervalos entre ordeños fueron de 10 y 14 horas. Los horarios de pastoreo fueron los denominados normales (mañana, tarde y noche).

Los animales estaban en un sistema de pastoreo rotacional restringido en el tiempo, con una intensidad de 244,8 UGM ha^{-1} $día^{-1}$, una carga global de 1,5 animales ha^{-1}, pastoreando 16 h diarias; la ocupación y el reposo de los animales en los cuartones se manejaron según la disponibilidad de pastos y de acuerdo con la estación del año.

Tabla 1. Estructura del rebaño de la vaquería

Animales	Número (u)	%
Animales Totales	102	100
Vacas en ordeño	32	31.37
Vacas secas	58	56.86
Vacas en maternidad	-	-
Receladores	2 sementales	1.96
Animales jóvenes	10 (2 Terneros Hembras, 2 terneros machos y 6 novillas (1 no incorporada))	9.80

Se utilizó la información de 32 novillas de primer parto de la raza Siboney de Cuba y sus mestizos, que tuvieron su primer parto en los años 2023 y 2024, pertenecientes a la Vaquería Genético 4 de la Granja Genética, ubicada en el Instituto de Ciencia Animal, en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque.

Se recopilaron las fechas de nacimiento (FN), de incorporación a la reproducción (FI), edad al primer (E1P) y segundo parto (E2P). Se tomaron además indicadores reproductivos como: periodo de servicio (PS), el intervalo entre partos (IPP), peso vivo a la incorporación (PI), y la ganancia hasta la reproducción (GMD), y como productivos: la duración de la lactancia (DL), de cada novilla seleccionada como vaca de primer parto de los años 2023-2024. Estos datos fueron tomados directamente de las tarjetas master disponibles en la unidad. Se estimó un peso al nacer de 30 Kg para cada una de las novillas.

Se calculó el índice de natalidad mediante la fórmula:

$$\text{Índice de Natalidad} = (365/\text{IPP}) * 100 \text{ (Rosete, 2020)}$$

Se determinaron las medias, desviación estándar y coeficientes de variación para cada una de las variables en estudio. La información fue analizada mediante el paquete estadístico SAS, versión 9.3 (2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se presentan los estadígrafos generales (media, desviación estándar y coeficiente variación) de los rasgos EI, PI y GMD novillas de la raza Siboney de Cuba y sus mestizos, que tuvieron su primer parto en los años 2023 y 2024.

El peso vivo a la incorporación encontrado fue de 305.97 kg (Tabla 2), similar a lo señalado por Alonso (2018) en rebaños del mismo genotipo de la provincia de Pinar del Río. También en condiciones de pastoreo en diferentes empresas ganaderas del país se han reportado en las razas Holstein, 5/8 Holstein x 3/8 Cebú y ¾ Holstein x ¼ Cebú valores para el rasgo estudiado de 295 a 344, 282 a 326 y 292 a 321 kg, respectivamente (DNG, 2020). Este indicador es superior a los informados por Hernández y Ponce de León (2020) y Hernández y Armenteros (2009), en los genotipos lecheros ¾ Holstein x ¼ Cebú, cruzamientos de Holstein x Cebú y Mambí de Cuba en

las empresas ganaderas de Matanzas y La Habana con valores de 295, 275 y 291 kg, respectivamente.

Tabla 2. Comportamiento de los animales en la etapa de novillas.

Número de animales	EI, (meses)	PI, (kg)	GMD, (g/anim/día) (1)
Paridas en 2023			
21	29.35	305.95	355.43
Paridas 2024			
11	29.40	306.00	347.67
Paridas en ambos años			
Media	29.37	305.97	352.75
Desviación estándar (DS)	4.43	8.27	49.88
Coeficiente de variación (CV)	15.08	2.7	14.14

(1) Calculada con PV estimado al nacer la ternera de 30 Kg.

La edad a la incorporación obtenida es de 29.4 meses (Tabla 2), superior a los resultados informados por Hernández y Armenteros (2009) de 26,8 a 27,9 meses en los genotipos lecheros ¾ Holstein x ¼ Cebú, en las empresas ganaderas de Matanzas y La Habana, respectivamente. Estos resultados coinciden con lo reportado por Fernández *et al.* (2020) en Argentina. En Brasil en la raza Girolando (5/8 Holstein x 3/8 Cebú Gyr), en explotaciones ganaderas a base de pasto se han encontrado resultados para el peso a la incorporación de 19 a 21 meses (Hernández y Armenteros, 2011).

De manera general, la ganancia media diaria encontrada fue de 352.75 g/animal/día en los dos años de estudio, la cual no se comportó de manera sostenida en el rango de los 500 g/animal/días sugeridos por Calvera y Morales, (2015) y Zamora *et al.* (2016) quienes consideran además que, para las condiciones de Cuba, estas ganancias medias diarias son las que se deben alcanzar cuando se emplea como base principal para la alimentación los pastos. Ello imposibilita que se pueda estar incorporando la generalidad de las hembras en estudio a la reproducción a edades entre 18 – 20 meses, lo cual implicara que no puedan expresar buen desarrollo corporal y aceptables parámetros reproductivos atribuidos al racial Siboney de Cuba y llegar a incorporarse a la reproducción con el peso y la edad antes mencionada.

Tabla 3. Comportamiento de indicadores reproductivos de ambos años (2023-2024) en vacas de primer parto.

	E1P, (meses) [1]	PS, (meses) [1]	E2P, (meses) [1]	IPP, (meses) [1]	DL, (días)	IN, (%)
No. de animales	32	11	13	11	29	11
Promedio	48.44	3.25	60.02	11.72	208.28	99.54
Rango	39 74	0.9 11.2	50.6 74.8	10.05 12.59	7 315	58.81 119.36
Desviación estándar (DS)	8.08	2.74	7.70	0.83	103.44	15.38
Coeficiente de variación (CV)	16.68	84.45	12.84	7.08	49.66	15.45

(1) Un mes= 30.42 días

El comportamiento de los indicadores reproductivos, es similar al reportado para este genotipo en empresas pecuarias de la región occidental (Hernández y Ponce de León, 2020) de Cuba. En las hembras Mambí coinciden con los reportados para este genotipo racial en el mismo escenario de producción por otros autores (García *et al.*, 2019). Sin embargo, son más largos el IPP que animales del mismo genotipo en La Habana (Hernández *et al.*, 2007); la falta de correspondencia se puede deber a las diferencias en los sistemas de producción.

La edad al primer parto es un indicador del tiempo que tarda el animal en alcanzar su madurez sexual y reproducirse por primera vez. La edad adecuada de un animal al primer parto tiene un efecto significativo en el rendimiento productivo de un animal durante su vida, así como también puede disminuir la vida productiva del animal dentro del rebaño (Marini *et al*., 2019). Se ha demostrado que la reducción de la edad al primer parto pude incrementar la rentabilidad de la unidad productiva, por medio del aumento del desempeño productivo del animal. En los sistemas productivos en pastoreo la relación peso corporal – inicio de la actividad reproductiva se hace más extrema. Es por ello que es importante mantener el nivel genético deseado, sus producciones y las normas del manejo sanitario, a la vez que la calidad de los pastos, la continuidad de su abastecimiento y una alimentación suplementaria en especial entre destete e incorporación al servicio.

CONCLUSIONES

Los promedios de EI y PI son consecuencia de una baja tasa de crecimiento algo alejada de los 400g/d sugeridos como meta y de los ideales 500 g/d para el medio. Estos resultados se pueden atribuir a la presencia de una serie de riesgos en novillas que es necesarios identificar y controlar para mejorar la eficiencia reproductiva.

Las ganancias medias diarias encontradas fueron inferiores a las que se consideran adecuadas para este racial a cuando se emplea como base principal para la alimentación los pastos.

BIBLIOGRAFÍA

Calvera, J. & Morales, J. 2015. Lecciones prácticas de inseminación artificial y reproducción. *Rev. ACPA*. La Habana. Cuba. Vol. 3. p. 31.

Dirección Nacional De Genética. 2020. Estadísticas de las Empresas del país. La Habana, Cuba: Ministerio de la Agricultura.

Fernández, R., Biga, P., Di Masso, R.J. & Marini, P.R. 2020. Economic evaluation of productive and reproductive indicators in dairy cows with different ages at first calving, in grazing systems. Cuban Journal of Agricultural Science, 54 (4), 493501.

García-Díaz, J. R., Noval-Artiles, E., Quiñones-Ramos, R., Pérez-Bello, A. & Hernández-Barreto, M. 2019. Principales indicadores reproductivos y factores ambientales que afectan a vacas de los genotipos Siboney y Mambí de Cuba. *Rev. prod. anim*., 31 (2), 34-43.

Hernández, A. & Ponce de León, R. 2020. Índices de selección para la mejora genética de vacas Siboney de Cuba. Archivos de zootecnia, ISSN-e 1885-4494, ISSN 0004-0592, Vol. 69, Nº. 265, págs. 46-53

Hernández, A., Ponce De León, R., De Bien, R., Mora, M. & Guzmán, G. 2007. Análisis genético de la producción lechera y la reproducción del Mambí de Cuba (¾ H x ¼ C) en una granja de la Ciudad de La Habana. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41 (1), 355-359.

Hernández, R. & Armenteros, M. 2009. Caracterización Del genotipo lechero Mambí de Cuba. Tesis De doctorado, Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.

Hernández, R.Y. & Armenteros, M. 2011. Cruzamientos Para el trópico. Leche, cadena productiva. La Habana, Cuba: *Asociación Cubana de Producción Animal*. 14.

Marini, P. & Maso, R. 2019. Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas en pastoreo. *Granja*, 29 (1).

Rosete, A. 2020. El Balance forrajero. Conferencia de pregrado, Facultad de Medicina Veterinaria, UNAH, Cuba.

SAS. 2013. Users guide Statistic. V. w.9.3. De SAS Institute. INC, Cary, N. C., USA.

Sessarego, D., Emmanuel-Chávez, C., Juan-Barrón, L., Alberto-Vásquez, R., Angel & López, C.M. 2019. Edad al primer parto y productividad lechera del ganado bovino Holstein en la costa central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(4), 1603-1610. https://doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17153

Uffo, O., Acosta, A. & Ribot, A. 2013. Caracterización molecular del ganado Siboney de Cuba. *Biotecnol. Aplicada*, 30 (3): 232-233.

Zamora, A., Plaza, J. & Lara, A. 2016. Una nota acerca de un sistema de alimentación y manejo de novillas lecheras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35 (2).

INDICADORES DE RESILIENCIA Y FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN GANADERA EN DOS FINCAS AGROECOLÓGICAS DEL MUNICIPIO MARTÍ, MATANZAS, CUBA

INDICATORS OF RESILIENCE AND FACTORS AFFECTING LIVESTOCK PRODUCTION ON TWO AGROECOLOGICAL FARMS IN THE MUNICIPALITY OF MARTÍ, MATANZAS, CUBA

Gabriela Pérez-Hernández[1*], Mildrey Soca-Pérez[1], Yunia Milián-Sánchez[1], Héctor L. Santana-Armas[1] y Yoandy Armas-Caloto[1]

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.

**Autor para correspondencia: gabyph08@gmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los indicadores de resiliencia y los factores que afectan la producción ganadera en dos fincas agroecológicas se realizó la presente investigación en el municipio Martí, Matanzas, Cuba. Ubicadas en terrenos de topografía llana, cercanas a costa y sobre un suelo pardo con carbonatos. Se utilizó la metodología del *Diagnóstico Rural Participativo* y se realizó el análisis de la matriz DAFO. Los índices de resiliencia evaluados fueron: Vulnerabilidad (IV), Resistencia (IRS), Recuperación (IRC**)** y Transformación (ITR). Ambos escenarios mostraron índices de vulnerabilidad de media a alta, debido a las afectaciones por los eventos meteorológicos. La capacidad de resistencia, recuperación y transformación fue media, influyendo en los valores alcanzados para el índice general de resiliencia (IGRs-c). La Finca Evelio (IGRs-c: 0,96) mostró una mejor capacidad adaptativa, con respecto a la Finca Ategorrieta (IGRs-c: 0,68), debido a su mayor diversificación, uso de las fuentes renovables de energía, aplicación de las tecnologías y la biodiversidad de especies de animales y plantas. El análisis DAFO señaló entre las principales debilidades las deficiencias en el manejo de las áreas de pastoreo, la carencia de cuartones y la producción de alimentos que reduzcan las diferencias climáticas y productivas entre los períodos lluviosos y poco lluviosos. Sin embargo, se encontraron oportunidades (Martí municipio piloto para el desarrollo local, acceso a la capacitación, alianza con instituciones, la participación en proyectos de I+D+i, mercados locales y política nacional sobre servicios ambientales), que permiten trazar estrategias para incrementar la resiliencia y productividad en ambas fincas.

Palabras clave: agroecología, ganadería, agricultura, cambio climático

ABSTRACT

This research was conducted in the municipality of Martí, Matanzas, Cuba, to evaluate resilience indicators and factors affecting livestock production on two agroecological farms. The farms are located on flat terrain near the coast, with brown soil containing carbonates. The Participatory Rural Appraisal methodology was used, and a SWOT matrix analysis was performed. The

resilience indices evaluated were: Vulnerability (IV), Resistance (IRS), Recovery (IRC), and Transformation (ITR). Both farms showed medium to high vulnerability indices due to the impact of meteorological events. Resistance, recovery, and transformation capacity were medium, influencing the values obtained for the overall resilience index (IGRs-c). The Evelio Farm (IGRs-c: 0.96) showed a better adaptive capacity compared to the Ategorrieta Farm (IGRs-c: 0.68), due to its greater diversification, use of renewable energy sources, application of technologies, and biodiversity of animal and plant species. The SWOT analysis identified deficiencies in the management of grazing areas, the lack of paddocks, and the production of feed that reduces climatic and productive differences between rainy and dry seasons as key weaknesses. However, opportunities were found (Martí being a pilot municipality for local development, access to training, partnerships with institutions, participation in R&D&I projects, local markets, and the national policy on environmental services) that allow for the development of strategies to increase resilience and productivity on both farms.

Key words: agroecology, livestock, agriculture, climate change

INTRODUCCIÓN

Incrementar la producción agropecuaria de manera sostenible, es un desafío para los productores de América Latina y el Caribe, por su rol en la economía local, la seguridad alimentaria, la reducción de la pobreza y la sostenibilidad (Altieri y Nicholls, 2022; CATIE, 2024). A nivel mundial, la demanda de alimentos ha aumentado rápidamente debido al crecimiento de la población humana. Por lo que el desarrollo de la actividad agrícola tiene un impacto significativo sobre el medio ambiente, los recursos naturales y la biodiversidad en general (Murgueitio *et al.*, 2025).

Según Vázquez-Moreno (2020), la «Resiliencia» es la característica de un sistema que le permite amortiguar, reorganizarse y mantener sus funciones fundamentales ante situaciones adversas. En tal sentido, se necesitan enfoques integrales de la investigación e impone la consideración de muchos otros factores para alcanzar sistemas resilientes, productivos y competitivos.

Para lograr las transformaciones en las fincas se hace necesario la formulación de estrategias, que identifique las debilidades y fortalezas internas del sistema productivo. Así como, la determinación de amenazas y oportunidades externas, para el establecimiento de los objetivos y el desarrollo de alternativas para promover el cambio (Ferreira, 2022; Vargas *et al.*, 2022). En este sentido la EEPF *Indio Hatuey* desarrolla proyectos que acompañan los procesos de transformación de los escenarios productivos a partir de la aplicación de conocimientos, habilidades y competencias para enfrentar los retos que tienen las fincas ante los efectos del cambio climático.

Objetivo: Evaluar los indicadores de resiliencia y los factores que afectan la producción ganadera en dos fincas agroecológicas del municipio Martí, provincia de Matanzas, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Se utilizaron dos fincas agroecológicas del municipio Martí provincia de Matanzas, Cuba. En el marco del proyecto: *Fomento de prácticas agroecológicas en fincas en el contexto de una agricultura familiar en la provincia de Matanzas*, financiado por el Programa *Producción de alimento animal* del MINAG.

A) Finca Evelio/CCSF Ciro Redondo/Propietario: *Alfredo García Alfonso*/Propósito productivo: Ganadería caprina y vacuna, forrajes y cultivos agrícolas, meliponicultura.

B) Finca Ategorrieta/CCSF Ciro Redondo/Propietario: *Teobaldo Pérez Pérez*/Propósito productivo: Ganadería vacuna (leche), crianza de peces, cultivos agrícolas.

Características de las fincas

La tabla 1 muestra las características de las fincas, ambas ubicadas en terrenos de topografía llana y cercanas a la zona costera. Con un suelo Pardo con carbonatos, de coloración oscura y bajo contenido de materia orgánica (Hernández *et al*., 2015).

Tabla 1. Distribución de las áreas en las fincas en estudio, ha

Indicador	Finca Evelio	Finca Ategorrieta
Superficie total	26,84	19,97
Superficie cultivada	16,50	17,42
Cultivos permanentes	14,50	8,50
Cultivos temporales	2,00	8,92
Superficie no cultivada (Bosque natural)	8,84	-
Otras áreas (ríos, lagunas, instalaciones, etc.)	1,50	2,00

Procedimiento experimental

Para el levantamiento de la información técnico-productiva se utilizó la metodología del *Diagnóstico Rural Participativo* (Expósito-Verdejo, 2003) y para los indicadores de resiliencia la metodología: *Proceso de formación-acción local para la resiliencia ante el cambio climático*, de Vázquez-Moreno y Álvarez-Pineda (2021). El *Índice general de resiliencia* (IGRs-c) se estimó teniendo en cuenta los índices que se muestran en la tabla 2, a partir de la formula siguiente: IGRs-c= [IRS + IRC + ITR/3]/IV.

Para el análisis de la matriz DAFO (fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas) se utilizó la metodología descrita por Orihuela (2004). Para identificar las limitaciones, causas y las posibles soluciones se tuvo en cuenta los cuatro componentes del diagnóstico: productivo, económico, ambiental y social.

Tabla 2. Indicadores de resiliencia evaluados

Indicadores		Índice general de resiliencia (IGRs-c)
Vulnerabilidad, IV	Vulnerabilidad de las fincas ante eventos climáticos (EC).	Valor final se acerca a cero (0): Sistema es más vulnerable.
Resistencia, IRS	Capacidad de la finca de resistir a los EC.	Valor final alrededor de la unidad (±1): Existe cierto equilibrio entre la vulnerabilidad y la adaptabilidad. Valor final se incrementa por encima de la unidad (>1): El sistema alcanza su capacidad de resiliencia.
Recuperación, IRC	Capacidad de la finca de recuperarse posterior a EC.	
Transformación, ITR	Capacidad de la finca para mejorar continuamente su resistencia.	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el comportamiento de los indicadores de resiliencia (tabla 3) se pudo apreciar que ambos escenarios productivos poseen índices de vulnerabilidad de media a alta, debido fundamentalmente a las afectaciones causadas por los eventos meteorológicos en los cultivos, los animales y el suelo. Sin embargo, la capacidad de resistencia, recuperación y transformación ante los cambios climáticos es media, por lo que estos indicadores influyen en los valores del IGRs-c alcanzados por las fincas.

Tabla 3. Comportamiento de los indicadores de resiliencia

Índice	Finca Evelio	Finca Ategorrieta
Vulnerabilidad	0,62	0,74
Resistencia	0,59	0,43
Recuperación	0,51	0,47
Transformabilidad	0,67	0,64
Índice general de resiliencia	**0,96**	**0,68**

La finca Evelio muestra una mejor capacidad adaptativa (equilibrio entre la vulnerabilidad y adaptabilidad), con respecto a la finca Ategorrieta, debido a su mayor diversificación, uso de las fuentes renovables de energía para el riego, aplicación de las tecnologías y la diversidad de especies de animales y plantas.

Sin embargo, influyen de forma negativa el uso de sistemas de pastoreo extensivos, el poco aprovechamiento de los recursos locales para la alimentación animal y la no utilización de estrategias para la conservación de alimentos para el período poco lluvioso (PPLL). Los cuales determinan la baja productividad y multifuncionalidad de los bienes y servicios que proporciona los agroecosistemas.

Según Vázquez-Moreno y Álvarez-Pineda (2021), la capacidad de resiliencia se determina inicialmente como base para planificar la transformación de las fincas. Se asume que la transformación es un proceso que requiere cierto tiempo y depende de diversos factores internos y locales. Este proceso debe estar acompañado de métodos de evaluación que permitan conocer los avances y realizar correcciones sobre lo planificado.

Al evaluar la matriz DAFO de la producción ganadera de ambas fincas (tabla 4) se pudo apreciar entre las debilidades identificadas la falta de estrategias que permitan reducir las diferencias climáticas y productivas entre los períodos lluviosos y poco lluviosos. En este sentido, se prevé el establecimiento de sistemas silvopastoriles, el incremento de cercas vivas con árboles multipropósitos, unidos a buenas prácticas de manejo ganadero, como la rotación de potreros, el control integrado de las enfermedades y el uso de alimentos conservados para incrementar la productividad y la rentabilidad de las fincas.

Tabla 4. Matriz DAFO de la producción ganadera en las fincas en estudio

Fortalezas	**Debilidades**
Participación familiar. Años de experiencia en la actividad. Relaciones de trabajo con otros productores. Cantidad de animales. Razas adaptadas a las condiciones climáticas.	Falta de áreas de pastoreo acuartonadas. Falta de insumos para la actividad pecuaria. No cuenta con sistemas para el almacenamiento de alimentos para animales. Uso de especies resistentes a eventos meteorológicos extremos. Bajo procesamiento de las excretas. Bajo aprovechamiento de las especies arbóreas en la finca. Acceso a fuentes de financiamiento e insumos.
Amenazas	**Oportunidades**
Las ineficiencias en la cadena de la leche. Cambio Climático y los eventos meteorológicos extremos. La ocurrencia de enfermedades. Hurto y sacrificio del ganado. Precio de los insumos en el mercado.	Martí municipio piloto para el desarrollo local Alianzas con otras instituciones y productores. Acceso a la capacitación. Participación en proyectos de I+D+i. Mercados locales. Política nacional sobre servicios ambientales.

Según Murgueitio *et al.* (2025) los sistemas silvopastoriles son un modelo alternativo en la producción pecuaria que combina la presencia de plantas leñosas perennes, forrajeras herbáceas y animales bajo un sistema de manejo integral. Este enfoque incrementa la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo, y puede resultar en un aumento en la producción de leche. Por otra parte, la presencia de las especies arbóreas, mejoran el valor nutritivo de la dieta y las leguminosas desempeñan un papel importante en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico, pueden mejorar la calidad del forraje y mejorar la digestibilidad en comparación con los monocultivos a base de gramíneas (Preston *et al.*, 2021).

Estos sistemas también pueden tener beneficios ambientales, como la captura de carbono, lo que puede contribuir a la mitigación del cambio climático (Brook *et al*., 2022) y son estratégicos para neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sistemas de producción ganadera, sobre todo en los países tropicales (Mavisoy *et al.*, 2023).

CONCLUSIONES

La determinación de los indicadores de resiliencia permitió definir la capacidad de resistencia, recuperación y transformación, de los escenarios productivos, ante el cambio climático.

Fueron identificadas las principales debilidades para la producción ganadera, se encontraron oportunidades como el acceso de los productores a la capacitación, la participación en proyectos de I+D+i, la existencia de mercados locales y políticas nacionales sobre los servicios ecosistémicos y su ubicación en un municipio piloto para el desarrollo local, lo cual permitirá trazar estrategias para incrementar la resiliencia y productividad de las fincas.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. A. & Nicholls, C. I. 2022. Agroecología, policrisis global y la transformación de los sistemas alimentarios. *Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA)*: Medellín, Colombia.

Brook, R., Forster, E. & Styles, D. 2022. Silvopastoral systems for offsetting livestock emissions in the tropics: a case study of a dairy farm in Costa Rica. *Agron. Sustain. Dev*., 42:101. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00834-z

CATIE. 2024. Sistemas ganaderos resilientes. Disponible en: https://www.catie.ac.cr/sistemas-ganaderos-resilientes/

Expósito-Verdejo, M. 2003. Diagnóstico Rural Participativo. *Una guía práctica*. Editorial: Centro Cultural Poveda. ISBN: 99934-24-10-2. p: 118.

Ferreira, Carla R. A. 2022. Diagnóstico participativo das condições de manejo sanitário do rebanho bovino do assentamento Angélica, Aparecida PB. *Tesis de Licenciatura*. Brasil.

Hernández-Jiménez, A, Pérez-Jiménez, J. M, Bosch-Infante, D & Castro-Speck, N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. INCA: La Habana, Cuba. p:1-93.

Mavisoy, H., Vallejos, A. R. R. & Narváez-Herrera, J. P. 2023. Using silvopastoral systems for the mitigation of greenhouse gas emissions from livestock in the Colombian Amazon. *Agroforest Syst*. https://doi.org/10.1007/s10457-023-00912-5

Murgueitio Restrepo, E. 2025. Los sistemas silvopastoriles como respuestas naturales a problemas globales y locales. *En Memorias SILVOPAT – 2025*. Instituto de Ciencia Animal: Cuba. ISBN: 978-959-7171-88-1. https://cu-id.com/book/978-959-7171-88-1

Orihuela, C. 2004. Guía para el diagnóstico y gestión sobre los recursos naturales a nivel local sostenible. Ediciones CEDAR-UNAH. p: 14.

Preston, T. R., Leng, R. A. & Gómez, M. E. 2021. Adapting systems of livestock production to be compatible with global commitments to restore the health of planet Earth; ecosystems that remove atmospheric carbon and provide, food, feed, and renewable energy. *Livest. Res. Rural. Dev.*, 33:31

Vargas, J. C., Vasco, D., Roque, V., Torres, A., Andrade, V. & Luna, R. 2022. La innovación rural como sistema de producción ganadera sostenible en el piedemonte de la cordillera occidental del Ecuador. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4 (6): 222–235. http://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/348

Vázquez-Moreno, L. L. 2020. Agricultura y alimentación resiliente al cambio climático. Guía agroecológica para la co-innovación local. Colección Aprender Innovar No. 5. ACTAF: La Habana, Cuba. 60 p.

Vázquez-Moreno, L. L. & Álvarez-Pineda, S. 2021. Metodología para fincas resilientes proceso de formación-acción local para la resiliencia de fincas ante el cambio climático. Bitácora de ejercicios. *Proyecto Caproca Camagüey*. ACPA/OXFAM: La Habana, Cuba. 96 p.

EVALUACIÓN DE LOS MEDIOS BASALES MS, B5 Y VITROCEN® MS SUPLEMENTADOS CON 2.4 D EN LA CALLOGÉNESIS DE CENCHRUS PURPUREUS CT-608

EVALUATION OF BASAL MEDIA MS, B5 AND VITROCEN® MS SUPPLEMENTED WITH 2.4-D ON CALLOGENESIS OF CENCHRUS PURPUREUS CT-608

Lianys González Salguero[1], Maibys Pérez Pérez[1*], Amanda Abreu Cruz[1], Miriam Isidrón Pérez[1], Rafael Segundo Herrera García[2], Dayleni Fortes González[2], Yolaine Medina Mesa[2], Andrés Raúl Hernández Montesinos[2]

[1]Universidad Agraria de La Habana, (UNAH), Cuba
[2]Instituto de Ciencia Animal, (ICA), Cuba
**Autor para correspondencia: maibysperez326@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la efectividad de los medios basales MS, B5 y VitroCen® MS suplementados con 2.4-D en la callogénesis de *Cenchrus purpureus* CT-608. Los experimentos se desarrollaron en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana. Como material vegetal se emplearon ápices caulinares de *C. purpureus* CT-608 con la misma edad de rebrote y condiciones de cultivo, establecidos en el banco de semillas del área de aclimatación de la propia Facultad de Agronomía. En el estudio se evaluaron cinco tratamientos: los medios Murashige y Skoog (MS), Gamborg (B5) y VitroCen® MS, suplementados con 2.4-D, además de tratamientos sin fitohormona como control. A los 35 días se evaluó el porcentaje de formación de callos y el porcentaje de crecimiento del callo según la escala de Santana. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con medios basales suplementados con 3 mg/L de 2.4-D (MS, B5 y VitroCen® MS) y aquellos sin fitohormona. Los tratamientos B5/3 mg/L de 2.4-D y VitroCen® MS/3 mg/L de 2.4-D presentaron el 100 % de formación de callos. El empleo de VitroCen® MS suplementado con 2.4-D permitió obtener el mayor porcentaje de callos con grado 5 (callos con crecimiento normal) según la escala de Santana, en comparación con los tratamientos MS/3 mg/L de 2.4-D y B5/3 mg/L de 2.4-D. Se concluye que el medio basal VitroCen® MS suplementado con 3 mg/L de 2.4-D favorece la callogénesis en *C. purpureus* CT-608.

Palabras clave: explante apical, formación de callos, forraje

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effectiveness of the basal media MS, B5, and VitroCen® MS supplemented with 2.4-D on the callogenesis of *Cenchrus purpureus* CT-608. The experiments were conducted at the Plant Biotechnology Laboratory of the Faculty of Agronomy, Universidad Agraria de La Habana. Shoot tips of *C. purpureus* CT-608 with the same regrowth age and culture conditions, established in the seed bank of the acclimatization area of the Faculty of Agronomy itself, were used as plant material. Five treatments were evaluated in

the study: Murashige and Skoog (MS), Gamborg (B5), and VitroCen® MS media, all supplemented with 2.4-D, as well as treatments without phytohormone as controls. At 35 days, the percentage of callus formation and the percentage of callus growth according to the Santana scale were evaluated. Significant differences were observed between treatments with basal media supplemented with 3 mg/L of 2.4-D (MS, B5, and VitroCen® MS) and those without phytohormone. The B5/3 mg/L 2.4-D and VitroCen® MS/3 mg/L 2.4-D treatments showed 100% callus formation. The use of VitroCen® MS supplemented with 2.4-D allowed obtaining the highest percentage of calli with grade 5 (calli with normal growth) according to the Santana scale, compared to the MS/3 mg/L 2.4-D and B5/3 mg/L 2.4-D treatments. It is concluded that the basal medium VitroCen® MS supplemented with 3 mg/L of 2.4-D favors callogenesis in *C. purpureus* CT-608.

Key words: apical explant, callus formation, forage

INTRODUCCIÓN

Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone es una de las especies forrajeras tropicales más relevantes para la nutrición de rumiantes, particularmente en sistemas de corte y acarreo, debido a su alta producción de biomasa por unidad de superficie, tolerancia a la sequía intermitente y eficiencia en el uso del agua. Asimismo, presenta una excelente calidad del forraje, resistencia a enfermedades y facilidad de propagación (Nguyen *et al*., 2021; Tan *et al*., 2022; POWO 2026).

Los medios de cultivo basal son formulaciones de composición conocida que aportan las sustancias esenciales para el crecimiento del material vegetal *in vitro*. El medio de cultivo tiene dos funciones principales, la primera, es proporcionar los nutrientes básicos para el crecimiento de los explantos aislados y la segunda función es dirigir el crecimiento y desarrollo mediante control hormonal. En general, estos medios contienen macronutrientes, micronutrientes, suplementos orgánicos (vitaminas, carbohidratos) y reguladores de crecimiento (compuestos con función similar a las hormonas vegetales), como por ejemplo el medio de Knop, Gautheret, De Fossard, White, Gamborg (B5) y Murashige-Skoog (MS), entre otros. Los tres últimos son los más utilizados en la actualidad (Ruscitti, 2023).

Por otra parte, el Centro Nacional de Biopreparados (BioCen) de Cuba, ha desarrollado formulaciones alternativas como el medio basal VitroCen® MS, en la búsqueda de una mayor eficiencia biotecnológica y competitividad económica. Este medio se ha empleado con éxito en la micropropagación de diferentes especies de plantas de interés agrícola en las Biofábricas cubanas (Valiente-Chávez *et al.*, 2015).

En *C. purpureus* se reportó por primera vez, en el año 1981, la formación de plantas a partir de callos utilizando ácido 2.4-diclorofenoxiacético (2.4-D) y medio basal MS (Haydu y Vasil, 1981). En estudios desarrollados en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), emplearon el medio MS suplementado con 3 mg/L de 2.4-D para la formación de callos en un experimento para inducir variación somaclonal en *C. purpureus* Cuba CT-115 (Herrera *et al.*, 2003).

Objetivo: Evaluar la efectividad de los medios basales MS, B5 y VitroCen® MS suplementados con 2.4 D en la callogénesis de *C. purpureus* CT-608.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Para la realización del experimento se modificó el procedimiento de la metodología para la generación de callos en *C. purpureus* Cuba CT-115 (Herrera *et al*., 2003; Llanes *et al*., 2005).

Material vegetal

Se tomaron ápices caulinares de plantas adultas de *C. purpureus* CT-608, con la misma edad de rebrote y condiciones de cultivo, y establecidas en el banco de semillas del área de aclimatación perteneciente a la Facultad de Agronomía de la UNAH.

Siembra y desinfección

La siembra de los explantes se realizó en el flujo laminar previamente desinfectado con etanol al 70 % y con el uso de lámpara de luz ultravioleta por 30 min antes de comenzar la implantación. Los explantes se fraccionaron y se extrajeron los meristemos apicales y seguido se desinfectaron con etanol al 70% durante 1 min. Posterior, se lavaron con suficiente agua destilada estéril e hipoclorito de sodio (NaClO) al 4% durante 15 min. Por último, se lavaron con suficiente agua destilada estéril antes de realizar la siembra.

A continuación de la desinfección, los explantes se establecieron en tubos de ensayo de 15 mL de diferentes medios de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962), B5 (Gamborg *et al*., 1968) y VitroCen® MS, suplementado con 30 g/L de sacarosa, 8 g/L de agar, y 3 mg/L 2.4-D en los tratamientos donde lo requería. En la preparación del medio se ajustó el pH a 5.7 con hidróxido de sodio al 0.1 N y ácido clorhídrico al 0.1 N antes de la esterilización, que se realizó en autoclave a 121 ºC y 1.5 kg cm^{-2} de presión durante 20 min.

Después de implantar los ápices caulinares se incubaron en cámara de crecimiento, en oscuridad durante 35 días, con humedad relativa de 70 ± 5 %, y temperatura de 25 ± 2 °C. Posterior a la siembra *in vitro* se analizaron mediante observación, a los 35 días, la formación de callos.

Tratamientos y diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos compuestos por diferentes medios y 3 mg/L 2.4-D (tabla 1). Cada tratamiento contó con 12 repeticiones en las cuales se estableció un explante por cada unidad experimental (tubos de ensayos).

Tabla 1. Medios basales empleados en los experimentos de inducción de callos en *C. purpureus* CT-608.

Tratamientos	Medios basales
T1	MS
T2	MS/3 mg/L 2.4 D
T3	B5/3 mg/L 2.4 D
T4	B5
T5	VitroCen® MS/3 mg/L 2.4 D

Variables de análisis

Después de transcurridos 35 días se evaluó el porciento de formación de callos en todos los tratamientos y se determinó el porcentaje de crecimiento del callo en los tratamientos donde ocurrió la callogénesis, para ello se utilizó la escala de Santana (1982).

Escala de Santana (1982):

Grado 1: Callo muerto
Grado 2: Callo vivo, pero sin crecimiento
Grado 3: Callo vivo y con pequeños puntos de crecimiento
Grado 4: Callo creciendo en el 50 % de su volumen
Grado 5: Callo con crecimiento normal

Análisis estadístico

Se realizó análisis de comparación de proporciones (chi -cuadrado), y se utilizó la dócima de Duncan (Duncan, 1955) para $p<0.05$ en los casos necesarios. Los datos se analizaron en el paquete estadístico ComparPro versión 1 (Font *et al*., 2007).

RESULTADOS

Los resultados demostraron que es posible obtener masas de callos organogénicos en explantes cono apicales de *C. purpureus* CT-608 a 35 días en los tratamientos donde se combinaron los medios MS, B5 y VitroCen® MS con 3 mg/L 2.4 D. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con medios basales suplementados con 3 mg/L 2.4 D (T2, T3 y T5) y los tratamientos donde no se incluyó la fitohormona. Los tratamientos T3 (B5/3 mg/L 2.4 D) y T5 (VitroCen® MS/3 mg/L 2.4 D) presentaron el 100 % de formación de callos. En los tratamientos T1 (MS) y T4 (B5), no ocurrió la callogénesis en su lugar, se evidenció clorosis en los explantes cono apicales (figura 1).

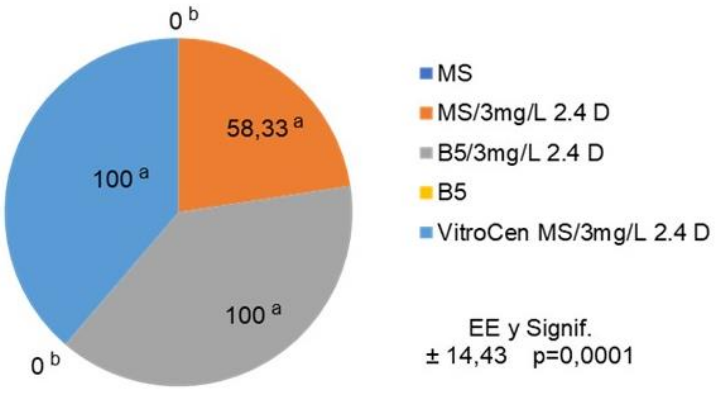


Figura 1. Porciento de formación de callos en explantes cono apicales de *C. purpureus* CT-608 con diferentes medios basales.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

El porcentaje de crecimiento del callo, de acuerdo a la escala de Santana, se determinó en los tratamientos T2, T3 y T5. El tratamiento T2 (MS/3 mg/L 2.4 D) presentó diferencias significativas en cuanto a los grados de la escala de Santana. En este tratamiento se observó la mayor incidencia de callos con grado 1 (callo muerto) y callos con grado 3 (callo vivo y con pequeños puntos de crecimiento). Por otra parte, el tratamiento T3 (B5/3 mg/L 2.4 D) presentó diferencias significativas en el porcentaje de crecimiento de los callos, según la escala de Santana. El T3 evidenció el mayor porcentaje de crecimiento del callo con grado 3 seguido del porcentaje de callos muertos (grado 1). En ambos tratamientos se obtuvo porcientos similares de callos vivos, pero sin crecimiento (grado 2) y no se encontraron callos con crecimiento normal (grado 5). El tratamiento T2 mostró el mayor porciento de callos creciendo en el 50 % de su volumen con respecto al T3 (figuras 2A y 2B)

El tratamiento T5 (VitroCen® MS/3 mg/L 2.4 D) presentó diferencias significativas en cuanto al porcentaje de crecimiento del callo, según la escala de Santana. El empleo del VitroCen® MS suplementado con 2.4 D permitió obtener el mayor porcentaje de callos con grado 5 (callos con crecimiento normal) con respectos a los tratamientos T2 y T3. Además, no se evidenció callos muertos (grado 1), y se obtuvo porcentajes favorables en los grados 3 y 4 en las repeticiones del tratamiento T5 (figura 2C).

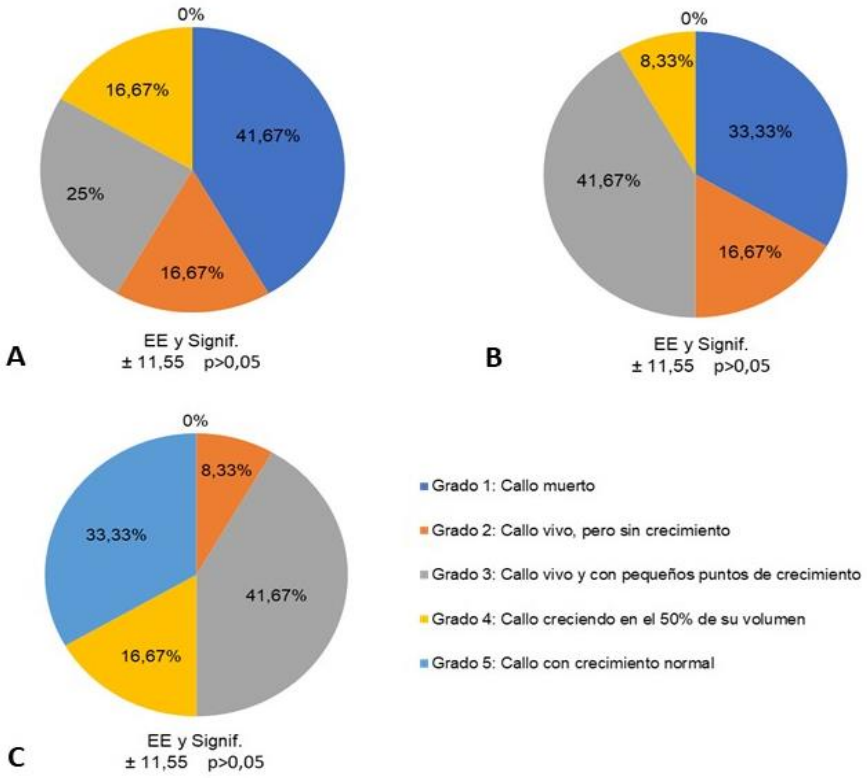


Figura 2. Porcentaje de crecimiento del callo en los tratamientos donde ocurrió la callogénesis en explantes cono apicales de *C. purpureus* CT-608, de acuerdo a la escala de Santana (1982). **A.** Tratamiento 2 (Medio basal compuesto por MS/3 mg/L 2.4 D). **B.** Tratamiento 3 (Medio basal compuesto por B5/3 mg/L 2.4 D). **C.** Tratamiento 5 (Medio basal compuesto por VitroCen® MS/3 mg/L 2.4 D).

CONCLUSIONES

El medio basal VitroCen® MS suplementado con 3 mg/L de 2.4-D favorece la callogénesis en *C. purpureus* CT-608.

BIBLIOGRAFÍA

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. biometrics, 11(1), 1-42. ISSN: 1541-0420

Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera, M., Lizazo, D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. Paquete estadístico ComparPro versión 1. Departamento de Biomatemática, Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Gamborg, O. L., Millar, R. A. & Djma, A. 1968. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research*, 50: 151-158.

Haydu, Z. & Vasil, I. K. 1981. Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf tissues and anthers of *Pennisetum purpureum* Schum. *Theoretical and Applied Genetics*, 59(5): 269-273. https://doi.org/10.1007/BF00264978

Herrera, R. S., Chaple, Z., Cruz, A. M., Romero, A. & García, M. 2003. Obtainment of *Pennisetum purpureum* plantlets resistant to drought and salinity. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 37(2): 187-189. https://www.researchgate.net/publication/287592685_Obtainment_of_Pennisetum_purpureum_plantlets_resistant_to_drought_and_salinity

Llanes, L., Enríquez, G. & Herrera, R. S. 2005. Formación de brotes por cultivo *in vitro* en *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115. I Congreso de Producción Animal, La Habana. CD-ROM; pp. 1-1564.

Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3). https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

Nguyen, B. T., Le, L. B., Pham, L. P., Nguyen, H. T., Tran, T. D. & Van Thai, N. 2021. The effects of biochar on the biomass yield of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) and properties of acidic soils. *Industrial Crops and Products*, 161: 113224. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113224

POWO. Plants of the World Online. Kew Royal Botanic Gardens. 2026. Disponible en línea: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77106033-1 (consultado el 6 de abril de 2026).

Ruscitti, M. 2023. Fundamentos de la micropropagación en plantas. En: Gergoff Grozeff, G. E., Ruscitti, M. F. y Gimenez, D. O. Introducción a la propagación vegetal. Libros de Cátedra. Ed. Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. pp. 241-261. ISBN: 978-950-34-2342-4.

Tan, F., He, L., Zhu, Q., Wang, Y., Chen, C. & He, M. 2022. *Pennisetum hydridum*: A potential energy crop with multiple functions and the current status in China. *BioEnergy Research*, 15(2): 850-862. https://doi.org/10.1007/s12155-021-10263-7

Valiente-Chávez, Y., Lobaina-Rodríguez, T. & Mayo-Abad, O. 2015. Mejoras tecnológicas en la producción del Vitrocen® MS. *Tecnología Química*, 35(2): 139-155.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE 2.4-D EN LA INDUCCIÓN DE CALLOS EN CENCHRUS PURPUREUS CT-608

EVALUATION OF DIFFERENT CONCETRATIONS OF 2.4-D IN THE INDUCTION OF CALLUS IN CENCHRUS PURPUREUS CT-608

Maibys Pérez Pérez[1], Amanda Abreu Cruz[1], Miriam Isidrón Pérez[1], Rafael Segundo Herrera García[2], Dayleni Fortes González[2], Yolaine Medina Mesa[2] y Andrés Raúl Hernández Montesinos[2*]

[1]Universidad Agraria de La Habana, (UNAH), Cuba
[2]Instituto de Ciencia Animal, (ICA), Cuba
**Autor para correspondencia: andresraulhm@gmail.com*

RESUMEN

Cenchrus purpureus, es una de las gramíneas tropicales de mayor rendimiento de biomasa verde por lo que es ampliamente utilizada como forraje en la alimentación de rumiantes. El objetivo del siguiente estudio fue evaluar el efecto de las diferentes concentraciones del 2.4-D en la inducción de callos en *C. purpureus* CT-608. Los experimentos se desarrollaron en el laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de la Habana. Como material vegetal se emplearon ápices caulinares de *C. purpureus* CT-608 con la misma edad de rebrote y condiciones de cultivo, y establecidas en el banco de semillas del área de aclimatación perteneciente a la Facultad de Agronomía. En el estudio se evaluaron diferentes concentraciones de 2.4-D con cuatro tratamientos compuestos por (T0 sin hormonas), (T1 a 1 mg/L), (T2 a 3 mg/L) y (T3 a 6 mg/L) con medios de cultivo, suplementado con sales Murashige y Skoog, 30 g/L de sacarosa y 8 g/L de agar. Posterior a la siembra mediante observación se evaluó, a los 25, 35 y 45 días, la formación de callos. Los resultados del estudio permitieron demostrar que la concentración de 3 mg/L de 2.4-D permite formar callos a partir de explantes apicales en un periodo de 25 a 35 días. Los tratamientos T1 y T3 presentaron un comportamiento similar en cuanto a la formación de callos a partir de los 35 días, lo que indica que concentraciones mayores o menores de esta hormona no acorta el tiempo de obtención.

Palabras clave: explante apical, forraje, regulador del crecimiento vegetal

ABSTRACT

Cenchrus purpureus is one of the tropical grasses with the highest green biomass yield, and therefore it is widely used as forage in ruminant feeding. The objective of the following study was to evaluate the effect of different concentrations of 2.4-D on callus induction in *C. purpureus* CT-608. The experiments were conducted at the Plant Biotechnology Laboratory of the Faculty of Agronomy of the Agrarian University of Havana. Shoot tips of *C. purpureus* CT-608 with the same regrowth age and growing conditions, established in the seed bank of the acclimatization area belonging to the Faculty of Agronomy, were used as plant material. In the study, different concentrations of 2.4-D were evaluated with four treatments consisting of (T0 without hormones), (T1 at 1 mg/L), (T2 at 3 mg/L), and (T3 at 6 mg/L) using culture media supplemented

with Murashige and Skoog salts, 30 g/L sucrose, and 8 g/L agar. After planting, callus formation was assessed by observation at 25, 35, and 45 days. The results of the study demonstrated that the concentration of 3 mg/L of 2.4-D allows callus formation from apical explants within a period of 25 to 35 days. Treatments T1 and T3 showed similar behavior regarding callus formation from 35 days onward, indicating that higher or lower concentrations of this hormone do not shorten the time required for obtaining callus.

Key words: apical explant, forage, plant growth regulator

INTRODUCCIÓN

Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone es uno de los cultivos forrajeros tropicales más importantes en la alimentación de especies rumiantes, debido a su amplia utilización en sistemas de alimentación de corte y acarreo, esto se debe a su elevado rendimiento de biomasa por unidad de superficie, tolerancia a la sequía intermitente y eficiencia en el uso del agua. Además, posee excelente calidad del forraje, resistencia a enfermedades y fácil propagación (Nguyen *et al*., 2021; Tan *et al*., 2022; POWO, 2026).

La auxina sintética 2.4-diclorofenoxiacético (2.4-D), es un potente agente mutagénico que induce variabilidad genética en el cultivo *in vitro* y su inclusión en el medio de cultivo incrementa el crecimiento desordenado de las células formadoras de callos. Bajas concentraciones de esta auxina permiten la formación de blancas y compactas masas de callos y no comprometen la regeneración de plantas (Zhai *et al*., 2021).

En *C. purpureus* se reportó por primera vez, en el año 1981, la formación de plantas a partir de callos utilizando 2.4-D y requirieron un tiempo no menor de tres meses para la regeneración (Haydu y Vasil, 1981). En estudios desarrollados en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), emplearon concentraciones de 3 mg/L de 2.4-D para la formación de callos en un experimento para inducir variación somaclonal en *C. purpureus* Cuba CT-115, con el objetivo de obtener plantas tolerantes a la sequía y salinidad (Herrera *et al*., 2003).

Objetivo: Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de 2.4-D en la inducción de callos en *C. purpureus* CT-608, con la finalidad de obtener un método óptimo para inducir callos en un breve periodo de tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio para determinar el efecto de diferentes concentraciones de 2.4-D en la inducción de callos en *C. purpureus* CT-608 se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH). Para la realización de los experimentos de regeneración por organogénesis indirecta de *C. purpureus* CT-608, se modificaron las concentraciones y el procedimiento de la metodología para la generación de callos (Herrera *et al*., 2003; Llanes *et al*., 2005).

Material vegetal

Se tomaron ápices caulinares de plantas adultas de *C. purpureus* CT-608, con la misma edad de rebrote y condiciones de cultivo, y establecidas en el banco de semillas del área de aclimatación perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH).

Siembra y desinfección

La siembra de los explantes se realizó en el flujo laminar previamente desinfectado con etanol al 70% y con el uso de lámpara de luz ultravioleta por 30 min antes de comenzar la implantación. Los explantes se fraccionaron y se extrajeron los meristemos apicales y seguido se desinfectaron con etanol al 70% durante 1 min. Posterior, se lavaron con suficiente agua destilada estéril e hipoclorito de sodio (NaClO) al 4% durante 15 min. Por último, se lavaron con suficiente agua destilada estéril antes de realizar la siembra.

A continuación de la desinfección, los explantes se establecieron en tubos de ensayo con 15 mL de medio de cultivo basal MS (Murashige y Skoog, 1962), suplementado con 30 g/L de sacarosa, 8 g/L de agar, y diferentes concentraciones de 2.4-D (1, 3 y 6 mg/L). En la preparación del medio se ajustó el pH a 5.7 con hidróxido de sodio al 0.1 N y ácido clorhídrico al 0.1 N antes de la esterilización, que se realizó en autoclave a 121 ºC y 1.5 kg cm^{-2} de presión durante 20 min.

Después de implantar los ápices caulinares se incubaron en cámara de crecimiento, en oscuridad durante 45 días, con humedad relativa de 70 ± 5 %, y temperatura de 25 ± 2 °C. Posterior a la siembra *in vitro* se analizaron mediante observación, a los 25, 35 y 45 días, la formación de callos.

Tratamientos y diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos compuestos por 1, 3 y 6 mg/L de 2.4-D y un tratamiento control sin la hormona. Cada tratamiento contó con tres repeticiones en las cuales se establecieron tres explantes por cada unidad experimental (frascos de vidrio).

Análisis estadístico

Se realizó análisis de comparación de proporciones (chi -cuadrado), y se utilizó la dócima de Duncan (Duncan, 1955) para $p<0.05$. Los datos se analizaron en el paquete estadístico ComparPro versión 1 (Font *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que es posible obtener masas de callos organogénicos en explantes cono apicales de *C. purpureus* CT-608 en el intervalo de 25 a 35 días. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con 2.4-D, en cuanto a la formación de callos a los 25 y 35 días. En el experimento se demostró que a partir de los 35 días el comportamiento en cuanto a la formación de callos se comportó de forma similar. La formación de callos fue superior a los 35 días en el tratamiento T2 con 3 mg/L de 2.4-D, seguido del T1 y T3, lo que indica que la concentración mayor o menor de esta hormona no acorta el tiempo de obtención (tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento de la formación de callos en explantes apicales de *C. purpureus* CT-608 a los 25 y 35 días

Tratamientos	Observaciones (días)			
	25		35	
	No.	%	No.	%
T0	0	0 [b]	0	0 [b]
T1	8	33.33 [a]	9	28.13 [a]
T2	14	58.33 [a]	15	46.88 [a]
T3	2	8.33 [b]	8	25 [a]
EE y Signif	±8.83 p=0.0001		±7.65 p=0.0001	
Total	24	100	32	100

a,b: letras distintas indican diferencias significativas para $p<0.05$

Resultados similares a los alcanzados en el presente estudio se encontraron en la variedad *C. purpureus* Cuba CT-115, donde se formaron callos a partir de meristemos apicales, cuando se empleó medio basal MS, suplementado con 3 mg/L de 2.4-D, sin embargo, el tiempo de obtención se extendió hasta 60 días (Herrera *et al*., 2003). Por otra parte, en un estudio desarrollado en *C. purpureus* variedad Napier se cultivaron diferentes partes de la planta (hoja, semilla, polen y raíz) y se obtuvo inducción de callos a partir de hojas jóvenes utilizando medio MS suplementado con 2.4-D (0.5-1.0 mg/L), en un plazo de tres meses (Haydu y Vasil, 1981).

En el género *Cenchrus* se reportan estudios en los que se emplea el 2.4-D en la formación de callos, como el realizado en *Cenchrus ciliaris* L. En la investigación emplearon esta auxina para micropropagar una rara planta sexual obligada de *C. ciliaris* (IGFRI-CcSx-08/1), mediante la inducción de callos a partir de inflorescencias inmaduras y medio de cultivo compuesto por MS, suplementado con 3.5 mg/L de 2.4-D. Como resultado obtuvieron plantas genéticamente idénticas al donante con un 70 % de supervivencia en condiciones *ex vitro* (Kumar *et al*., 2015).

Por otra parte, en otra investigación se desarrolló un protocolo de regeneración vegetal altamente reproducible mediante embriogénesis somática y organogénesis de brotes para *C. ciliaris*. En el cual se utilizó tres explantes (semillas, ápices de brotes e inflorescencias inmaduras) de cuatro genotipos (IG-3108, IG-718, IG-74 y DBC15-8/32/10) para la inducción de callos y la regeneración vegetal. Como resultado se obtuvo la mayor tasa de formación de callos, para todos los tipos de explantes, con el medio MS suplementado con 0.5 mg/L de 6-BAP y 3 mg/L de 2.4-D (Shashi y Bhat, 2021).

En la literatura se evidencia que la formación de callos es posible con concentraciones de 2.4-D en el intervalo de 0.5 a 6 mg/L, sin embargo, va a depender del genotipo y del tipo de explante. De esta forma el periodo de obtención de los callos se va extender o acortar independientemente de la concentración de la auxina, siendo más eficiente en tejido meristemático joven o en órganos sexuales.

CONCLUSIONES

Se obtuvo masas de callos organogénicos en explantes cono apicales de *C. purpureus* CT-608 en el intervalo de 25 a 35 días. Se demostró que la formación de cayos no sufrió cambios a partir de los 35 días. La formación de callos fue superior en el tratamiento con 3 mg/L de 2.4-D, lo que indica que concentraciones mayores o menores de esta hormona no acorta el tiempo de obtención.

BIBLIOGRAFÍA

Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. biometrics, 11(1), 1-42. ISSN: 1541-0420.

Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera, M., Lizazo, D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. Paquete estadístico ComparPro versión 1. Departamento de Biomatemática, Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Haydu, Z. & Vasil, I. K. 1981. Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf tissues and anthers of Pennisetum purpureum Schum. *Theoretical and Applied Genetics*, 59(5): 269-273. https://doi.org/10.1007/BF00264978

Herrera, R. S., Chaple, Z., Cruz, A. M., Romero, A. & García, M. 2003. Obtainment of Pennisetum purpureum plantlets resistant to drought and salinity. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 37(2): 187-189. https://www.researchgate.net/publication/287592685_Obtainment_of_Pennisetum_purpureum_plantlets_resistant_to_drought_and_salinity

Kumar, S., Sahu, N. & Singh, A. 2015. High-frequency *in vitro* plant regeneration via callus induction in a rare sexual plant of *Cenchrus ciliaris* L. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 51(1): 28-34. https://doi.org/10.1007/s11627-015-9664-2

Llanes, L., Enríquez, G. & Herrera, R. S. 2005. Formación de brotes por cultivo in vitro en *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115. I Congreso de Producción Animal, La Habana. CD-ROM; pp. 1-1564.

Murashige, T. & Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15(3). https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x

Nguyen, B. T., Le, L. B., Pham, L. P., Nguyen, H. T., Tran, T. D. & Van Thai, N. 2021. The effects of biochar on the biomass yield of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) and properties of acidic soils. *Industrial Crops and Products*, 161: 113224. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113224

POWO. Plants of the World Online. Kew Royal Botanic Gardens; 2026. Disponible en línea: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:77106033-1 (consultado el 6 de abril de 2026).

Shashi & Bhat, V. 2021. Enhanced somatic embryogenesis and plantlet regeneration in *Cenchrus ciliaris* L. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 57(3): 499-509. https://doi.org/10.1007/s11627-020-10148-y

Tan, F., He, L., Zhu, Q., Wang, Y., Chen, C. & He, M. 2022. *Pennisetum hydridum*: A potential energy crop with multiple functions and the current status in China. *BioEnergy Research*, 15(2): 850-862. https://doi.org/10.1007/s12155-021-10263-7

Zhai, L., Wang, X., Tang, D., Qi, Q., Yer, H., Jiang, X., Han, Z., McAvoy, R., Li, W. & Li, Y. 2021. Molecular and physiological characterization of the effects of auxin-enriched rootstock on grafting. *Horticulture Research*, 8. https://doi.org/10.1038/s41438-021-00509



DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LAS IRRADIACIONES CON ^{60}CO EN LA BROTACIÓN DE SEMILLAS AGÁMICAS DE CENCHRUS PURPUREUS CT-608

DETERMINATION OF THE EFFECT OF ^{60}CO IRRADIATIONS ON THE SPROUTING OF AGAMIC SEEDS OF CENCHRUS PURPUREUS CT-608

Andrés Raúl Hernández Montesinos[1*], Miriam Isidrón Pérez[2], Maibys Pérez Pérez[2], Amanda Abreu Cruz[2], Josué Rodríguez Luis[2], Yanet Rodríguez Perdomo[3], Dayleni Fortes González[1], Yolaine Medina Mesa[1] y Rafael Segundo Herrera García[1]

[1]Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
[2]Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez". (UNAH), Cuba.
[3]Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.
**Autor para correspondencia: andresraulhm@gmail.com*

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de determinar el efecto de las radiaciones gamma procedentes de una fuente de ^{60}Co en la brotación de semillas agámicas de *Cenchrus purpureus* CT-608. Los experimentos se realizaron en el Laboratorio de Técnicas de Irradiación perteneciente al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Como material vegetal se tomaron semillas agámicas maduras de la accesión *C. purpureus* CT-608. Se evaluaron cinco tratamientos con diferentes dosis de irradiación con ^{60}Co (10, 20, 30, 40, 50 Gy) y un control sin irradiar. Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones para cada tratamiento con diez yemas en cada caso. A partir del séptimo día de plantación se midió la brotación una vez en semana durante un mes. Se realizó análisis comparación de proporciones (chi -cuadrado), y se utilizó la dócima de Fisher para $p<0.05$. Los datos se analizaron en el paquete estadístico ComparPro versión 1. El tratamiento con dosis de 10 Gy presentó el mejor comportamiento en cuanto a la brotación de las yemas hasta alcanzar valores de 26 brotes en la cuarta semana. La dosis de 50 Gy causó la reducción de la brotación por debajo del 50 % con respecto a los valores hallados en el tratamiento control sin irradiar. A partir de la tercera semana comenzó a disminuir las yemas brotadas y el incremento de las muertes de las plantas. La dosis de 10 Gy tiene menor impacto en la brotación de *C. purpureus* CT-608 y dosis superiores disminuyen esta variable.

Palabras clave: ^{60}Co, forraje, mutante, yema

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of determining the effect of gamma radiation from a ^{60}Co source on the sprouting of agamic seeds of *Cenchrus purpureus* CT-608. The experiments were conducted at the Irradiation Techniques Laboratory belonging to the Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Mature agamic seeds of the accession *C. purpureus* CT-608 were taken as plant material. Five treatments with different irradiation doses of ^{60}Co (10, 20, 30, 40, 50 Gy) and a non-irradiated control were evaluated. A completely randomized design with three repetitions per treatment and ten buds in each case was used. From the seventh day after planting, sprouting was measured once a week for one month. A proportion comparison analysis

(chi-square) was performed, and Fisher's test was used at $p<0.05$. Data were analyzed using the ComparPro statistical package version 1. The treatment with a dose of 10 Gy showed the best performance in terms of bud sprouting, reaching values of 26 sprouts in the fourth week. The dose of 50 Gy caused a reduction in sprouting below 50% compared to the values found in the non-irradiated control treatment. From the third week onwards, sprouted buds began to decrease and plant death increased. The dose of 10 Gy has the least impact on the sprouting of *C. purpureus* CT-608, and higher doses decrease this variable.

Key words: ^{60}Co, bud, forage, mutant

INTRODUCCIÓN

El ^{60}Co es un isotopo radiactivo con alta capacidad ionizante que ha sido utilizado en el mejoramiento genético de diferentes cultivos para inducir mutaciones (Ángeles-Espino *et al.*, 2013). Al exponer un organismo a radiaciones ionizantes y con dosis bajas, los impactos sobre la estructura celular o del ADN son mínimos, mientras que, con altas dosis, el genoma sufre múltiples impactos y puede ser causa de muerte (Olasupo *et al.*, 2016). Por esta razón, el primer paso para inducir mutagénesis efectiva con radiaciones ionizantes es determinar la dosis óptima de radiación a través de curvas de radiosensibilidad en diferentes variables. Con dosis de radiación gamma inferiores al 50% de la curva, la modificación en la estructura del genoma es mínima o bajo impacto. Por el contrario, si la radiación supera la media en la curva, la estructura celular o ADN sufren mayor impacto de acuerdo con el incremento (Thole *et al.*, 2012).

En Cuba Cruz *et al.* (1991), utilizaron las radiaciones ionizantes con ^{60}Co para inducir mutaciones en las especies *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone cv. King grass, *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst cv. Jamaicano y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Perú. En la especie *C. purpureus* cv. King grass irradiaron esquejes y semillas con dosis en el rango de 0-100 y 0-500 Gray (Gy) respectivamente. Determinaron la dosis letal media (DL_{50}) y las dosis de estimulación (DE) y obtuvieron la dosis de estimulación de 10 y 100 Gy para las semillas agámicas y gámicas respectivamente. Dosis mayores inhibieron el crecimiento y llegaron a causar la muerte de los tejidos. En la actualidad se desarrollan investigaciones para inducir mutaciones mediante radiaciones ionizantes en semillas agámicas de la accesión *C. purpureus* CT-608 con la finalidad de obtener nuevos mutantes con características superiores en cuanto a producción de biomasa y tolerancia a estrés abiótico.

Objetivo: Determinar el efecto de las radiaciones gamma procedentes de una fuente de ^{60}Co en la brotación de semillas agámicas de *C. purpureus* CT-608.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos de irradiaciones con ^{60}Co se realizaron en el Laboratorio de Técnicas de Irradiación perteneciente al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Se modificaron los métodos propuestos por Cruz *et al.* (1991) y Herrera *et al.* (1991), para la inducción de mutaciones en semillas agámicas de *C. purpureus*.

Material vegetal

Se tomaron semillas agámicas maduras del segmento intermedio del tallo de la accesión *C. purpureus* CT-608. Las semillas provienen de plantas con la misma edad de rebrote, y establecidas en el banco de semillas del área de aclimatación perteneciente al Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de la Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Recolección, procesamiento y traslado de muestras

Las semillas agámicas se recolectaron en el mes de julio de 2025. La recolección se realizó en el horario de la mañana (8:00 a 10:00 am), donde se cortaron esquejes de cinco a seis yemas maduras de la sección intermedia de los tallos para evitar tomar las yemas de los entrenudos inmaduros o que se encuentren brotados. Después del corte se fraccionaron los nudos de los entrenudos para obtener segmentos de esquejes de 5 cm de largo con una yema en el centro.

Los extremos de los nudos se sellaron con cera de abejas para evitar daños y pérdida de agua durante el traslado y la posterior irradiación. Las semillas agámicas se depositaron, en grupos de diez, en bolsas debidamente sellada y etiquetadas para su traslado hacia el Laboratorio de Técnicas de Irradiación del CENSA.

Irradiación con ^{60}Co

Las yemas fueron sometidas a radiaciones ionizantes tipo gamma, provenientes de un irradiador autoblindado de ^{60}Co tipo Ob-Servo ignis, a un potencial de dosis de 10 kGy/h. Se evaluaron dosis en el rango de 0-50 Gy, con el propósito de inducir mutaciones y lograr variabilidad genética en el material vegetal.

Durante el procedimiento de irradiación se depositaron las bolsas con las yemas de forma horizontal dentro del cilindro contenedor (150 mm de diámetro y altura 280 mm), con 20% de uniformidad de dosis en sus puntos, y se aseguró la misma distancia a la fuente. El proceso se realizó a temperatura ambiente.

Plantación de las semillas agámicas irradiadas

Los segmentos de esquejes irradiados se plantaron en bolsas de polietileno con una mezcla de suelo y materia orgánica (50/50 %). Permanecieron en invernadero para el control de fitopatógenos y se le aplicó riego de acuerdo a las necesidades hídricas que se presentaron en el sustrato y las plantas.

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron cinco tratamientos con diferentes dosis de irradiación con ^{60}Co (10, 20, 30, 40, 50 Gy) y un control sin irradiar. Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones para cada tratamiento con diez yemas en cada caso.

Variables de análisis

Posterior a la plantación se midió a los siete, 14, 21 y 28 días la brotación por semanas durante un mes.

Análisis estadístico

Se realizó análisis comparación de proporciones (chi -cuadrado), y se utilizó la dócima de Fisher para $p<0,05$ (Fisher y Yates, 1958). Los datos se analizaron en el paquete estadístico ComparPro versión 1 (Font *et al.*, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la variable brotación por semana, demostró diferencias significativas en todos los tratamientos (tabla 1). Se pudo observar que a partir del incremento de la dos de irradiación disminuye la brotación de las yemas. El tratamiento control presentó los mayores porcientos de germinación en todas las observaciones seguido de las dosis de 10 y 20 Gy. La dosis de 10 Gy presentó el mejor comportamiento en cuanto a la brotación de las yemas con 26 brotes y 86,66 % brotación en la cuarta semana.

Tabla 1. Efecto de las irradiaciones con ^{60}Co en la brotación semanal de semillas agámicas de *C. purpureus* CT-608.

Dosis de irradiación con ^{60}Co (Gy)	Brotación por semana							
	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
0	25	83.33 ^{a}	26	86.67 ^{a}	28	93.33 ^{a}	27	90 ^{a}
10	21	70 ^{ab}	25	83.33 ^{a}	26	86.67 ^{a}	26	86.67 ^{a}
20	21	70 ^{ab}	27	90 ^{a}	26	86.67 ^{a}	25	83.33 ^{a}
30	15	50 ^{bc}	21	70 ^{ab}	22	73.33 ^{ab}	20	66.67 ^{ab}
40	10	33.33 ^{c}	16	53.33 ^{b}	17	56.67 ^{bc}	17	56.67 ^{bc}
50	10	3333 ^{c}	16	53.33 ^{b}	12	40 ^{c}	11	36.67 ^{c}
EE y Signif.	±9.05 p=0.001		±8.13 p=0.001		±8.13 p=0.001		±8.37 p=0.001	

a,b,c: letras distintas indican diferencias significativas para $p<0.05$

La dosis de 50 Gy causó la reducción de la brotación por debajo del 50 %, hasta alcanzar 40 % brotación en la cuarta semana, con respecto a los valores hallados en el tratamiento control sin irradiar. A partir de la segunda y tercera semana se incrementó la brotación para todas las dosis estudiadas. Sin embargo, en la cuarta semana comenzaron a disminuir los brotes y se incrementó las muertes de las plantas (figura 1).



Figura 1. Brotación de las semillas agámicas de *C. purpureus* CT-608 irradiadas con ^{60}Co. **a.** Observación en la primera semana. **b.** Observación en la segunda semana. **c.** Observación en la tercera semana. **d.** Observación en la cuarta semana.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son similares a los obtenido por Cruz *et al.* (1991) en el cual determinaron el efecto de las radiaciones gamma en la brotación de semillas agámicas de *C. purpureus* var. King grass, donde encontraron valores entre 78 % para el control sin irradiar y 80 % para la dosis de estimulación a 10 Gy en el intervalo de dosis de 0 a 100 Gy.

CONCLUSIONES

La dosis de 10 Gy presentó el mejor comportamiento en cuanto a la brotación de semillas agámicas de *C. purpureus* CT-608. La brotación en la cuarta semana se redujo hasta el 40 % con la dosis de 50 Gy. A partir de la tercera semana comenzó a disminuir las yemas brotadas y el incremento de las muertes de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

Ángeles-Espino, A., Valencia-Botín, A. J., Virgen-Calleros, G., Ramírez-Serrano, C., Paredes-Gutiérrez, L., & Hurtado- De la Peña, S. 2013. Determinación de la dosis letal (DL_{50}) con Co^{60} en vitroplántulas de *Agave tequilana* var. Azul. *Revista Fitotecnia Mexicana,* 36(4): 381-386. ISSN: 0187-7380.

Cruz, R., Herrera, R. S., Padrón, E., Martínez, R. O., Marta Monzote, Tuero, R. & García, M. 1991. Effect of gamma radiations in *Pennisetum purpureum* cv. King grass, *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano and *Leucaena leucocephala* cv. Perú. *Cuban Journal of Agricultural Science,* 25(3): 301-306. ISSN: 2079-3480

Fisher, R. A. & Yates, F. 1958. Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research. Ed. Oliver & Boyd, Edinburgh and London. p. 146.

Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera M., Lizazo D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. ComparPro versión 1. Instituto de Ciencia Animal, Dpto Biomatemática.

Herrera, R. S., Cruz, R., Martínez, R. O. & Padrón, E. 1991. Aplicación de las técnicas nucleares para la obtención de mutantes en pastos y forrajes en Cuba. En: Plant Mutation Breeding for Crop Improvement. International Atomic Energy Agency. Viena. Vol. 1, p. 505-512.

Olasupo, F.O., Ilori, C.O., Forster, B.P. & Bado, S. 2016. Mutagenic effects of gamma radiation on eight accessions of Cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *American Journal of Plant Sciences*, 7: 339-351. ISSN: 2158-2750. https://doi.org/10.4236/ajps.2016.72034

Thole, V., Peraldi, A., Worland, B., Nicholson, P., Doonan, J. H. & Vain, P. 2012. T-DNA mutagenesis in *Brachypodium distachyon*. *Journal of Experimentañ Botany*, 63(2): 567–576. ISSN: 1460-2431. https://doi.org/10.1093/jxb/err333

INTERJOVEN

FACTORES E IMPACTOS DE LOS INDICADORES PRODUCTIVOS DEL INTEGRAL PORCINO EN EL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL (ICA)

FACTORS AND IMPACTS OF THE PRODUCTIVE INDICATORS OF THE SWINE INTEGRAL IN THE INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE (ICA).

Yoelvys Londres Silot*, Lázara Ayala Gonzáles,
Katia Hidalgo Salomón, Yoleisy García Hernández

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
*Autor para correspondencia: yoelvysls27@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar los factores e impactos que incidieron en la producción del integral porcino del ICA en el periodo 2012-2021. Se empleó una base de datos conformada por 120 observaciones. Se aplicó el Modelo Estadístico Medición de Impacto (MEMI). En las filas se situaron los diez años y los doce meses, mientras que en las columnas se ubicaron las 16 variables. Se identificaron, a partir del criterio de presentar valores propios mayores que la unidad, tres componentes principales que determinan la productividad de la unidad y explican el 64.1% de la variabilidad total del sistema. El componente más importante y que más varía es el primero (Partos y crías) con el 35.62% de la varianza acumulada que explica el modelo ajustado, mientras que el segundo (Año) contribuye con el 15.42% de la variabilidad y el tercero (Mortalidad de crías) con un 13.06%. Esto se corresponde con el hecho de que los indicadores relacionados con los partos y las crías determinan los principales rasgos económicos en la producción porcina. Podemos inferir que los impactos positivos (0 a 2.5) alcanzados en los años 2017 y 2018 se deben a la ocurrencia de mayor cantidad de partos y un mayor total de crías nacidas por mes con respecto a los años con impactos negativos. Es importante señalar que la evaluación del impacto de los indicadores productivos y sus comportamientos en los diferentes años, mostraron cuales fueron las variables y años que marcaron mejor rendimiento productivo en la unidad.

Palabras clave: Productividad, sistema, comportamiento, rendimiento.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the factors and impacts that affected the swine production of the ICA (Colombian Agricultural Institute) during the period 2012-2021. A database of 120 observations was used. The Impact Measurement Statistical Model (MEMI) was applied. The rows represented the ten years and twelve months, while the columns represented the 16 variables. Based on the criterion of having eigenvalues greater than one, three main components were identified that determine the unit's productivity and explain 64.1% of the total variability of the system. The most important and variable component is the first (Farrowings and offspring), accounting for 35.62% of the cumulative variance explained by the fitted model, while the second (Year) contributes 15.42% of the variability and the third (Offspring mortality) 13.06%. This aligns with the fact that indicators related to farrowing and offspring determine the

main economic features of pig production. We can infer that the positive impacts (0 to 2.5) achieved in 2017 and 2018 are due to a higher number of farrowings and a greater total number of piglets born per month compared to years with negative impacts. It is important to note that the evaluation of the impact of production indicators and their trends in different years revealed which variables and years resulted in the best production performance for the unit.

Key words: Productivity, system, behavior, performance

INTRODUCCIÓN

La producción porcina actualmente es una de las principales actividades con alta demanda e importancia para el sector pecuario. Hoy en día, las unidades de producción porcinas cuentan con programas mejorados aplicados a la genética, sistemas de alimentación, bioseguridad, sanidad, y de reciente incorporación a estos programas, está el tema de sustentabilidad ambiental y bienestar animal (Castro, 2022). La interrelación entre estos aspectos ha permitido el crecimiento paulatino y acelerado de la producción de carne por cerda al año.

La evaluación del impacto de la producción en el tiempo tiene gran utilidad para los sistemas agropecuarios al constituir una herramienta útil para la toma de decisiones y trazar estrategias para alcanzar la máxima eficiencia y productividad (Galindo, 2020). Ello permite identificar aquellas variables que más aportan a la variabilidad de un sistema e indican los cambios que van ocurriendo en las unidades productivas. La producción porcina en Cuba ha tenido sus fluctuaciones desde el siglo pasado, debido a las crisis económicas internacionales que repercuten de forma directa en el país (Izquierdo, 2020). A partir del año 2019 en el país se emprendió un nuevo programa de recuperación de los centros integrales porcinos, eslabón importante para incrementar la producción de carne de cerdo.

El integral porcino del Instituto de Ciencia Animal (ICA) no ha estado exento de la situación que ha presentado la producción porcina nacional en los diferentes periodos. Además, se suma al programa de rescate antes mencionado por su importancia para el desarrollo de nuevas investigaciones y en la producción de alimentos. Es por ello que se hace necesario, desde la ciencia, ofrecer un conjunto de acciones que reviertan la actual situación por la que atraviesa la producción porcina en el ICA. Por tal razón el objetivo de este estudio es determinar los factores e impactos que incidieron en los indicadores productivos en los diferentes años en el integral porcino del ICA.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizó una base de datos con 120 observaciones (12 registros por año). Se analizaron 16 rasgos, todos expresados como indicadores por mes: Total de cubriciones (TCUB), reproductoras confirmadas (REPCONF), eficiencia técnica (ET), eficiencia económica (EE), cantidad de partos (CANTPART), total de crías nacidas (TOCRNA), total de crías nacidas vivas (CRNAVI), crías/parto (CxP), peso total de crías (PETOCR), peso promedio de crías (PEPDCR), reproductoras destetadas (REPDES), crías destetadas (CRIDES), crías destetadas/puerca (CRIDES/P), peso total al destetes (PETODE), peso promedio al destete (PEPDDE) y mortalidad de las crías (MUDECR).

Para identificar las variables e indicadores que definen los cambios fundamentales en la productividad porcina en la unidad, se empleó la base de datos, por lo que la matriz de información quedó conformada por 120 observaciones. En las filas se situaron los diez años y los doce meses, mientras que en las columnas se ubicaron las 16 variables. La matriz de datos final fue de orden 120 x 16. Se aplicó el Modelo Estadístico Medición de Impacto (MEMI) de Torres *et al.* (2008 y 2013) y se consideró como criterio que el valor propio fuese igual o superior a uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron, a partir del criterio de presentar valores propios mayores que la unidad, tres componentes principales que determinan la productividad de la unidad integral porcina y explican el 64.1% de la variabilidad total del sistema (Tabla 1). El componente más importante y que más varía es el primero (Partos y crías) con el 35.62% de la varianza acumulada que explica el modelo ajustado, mientras que el segundo (Año) contribuye con el 15.42% de la variabilidad y el tercero (Mortalidad de crías) con un 13.06%. Esto se corresponde con el hecho de que los indicadores relacionados con los partos y las crías determinan los principales rasgos económicos en la producción porcina.

Tabla 1. Determinación de factores que inciden en la productividad de una unidad integral porcina.

Componente	Variables relativas	Factor de peso	Valor absoluto	Varianza explicada, %
Partos y Crías	Cantidad de partos (CANTPART), No.	0.95	35.62	35.62
	Total de crías nacidas (TOCRNA), No.	0.94		
	Crías nacidas vivas (CRNAVI), No.	0.92		
	Peso total de crías (PETOCR), kg	0.92		
Año	Año	0.82	15.42	51.04
Mortalidad de crías	Peso promedio al destete (PEPDDE), kg	0.74	13.06	64.10
	Mortalidad de las crías (MUDECR), %	-0.77		

El impacto o cambios asociados al comportamiento de estas variables que mayor varianza explican, se muestra en la figura 1 donde los años y meses estudiados, representados en el eje de las x, obtienen una evaluación para cada componente en una escala de valores que indica su situación relativa con respecto al resto de los años analizados, que se representan en el eje de las y por barras.

Si se tiene en consideración la alta correlación encontrada entre las variables que conforman este componente, fundamentalmente entre las de mayor peso para el primer factor, podemos inferir que los impactos positivos (0 a 2.5) alcanzados en los años 2017 y 2018 se deben a la ocurrencia

de mayor cantidad de partos y un mayor total de crías nacidas por mes con respecto a los años con impactos negativos. En estos años también hubo una mayor cantidad de cerdas reproductoras en la unidad con respecto a los demás años. También la alimentación en el periodo 2017-2018 fue mejor en cuanto a calidad y cantidad, lo que favorece un mejor comportamiento de la masa.

Se debe tener en consideración que el efecto del año en una crianza animal es complejo de explicar debido a que implica factores de tipo administrativo, de manejo, reemplazos de animales en la unidad, entre otros, los cuales son difíciles de cuantificar en estudios retrospectivos según Ramírez y Segura (1992). No obstante, su influencia en rasgos de importancia como los que se incluyen en la primera componente (cantidad de partos, total de crías nacidas y el peso de las crías) es referida por varios autores (Deka *et al.,* 2002; Koketsu, 2007; Pandey *et al.,* 2010; Chansomboon *et al.,* 2010).

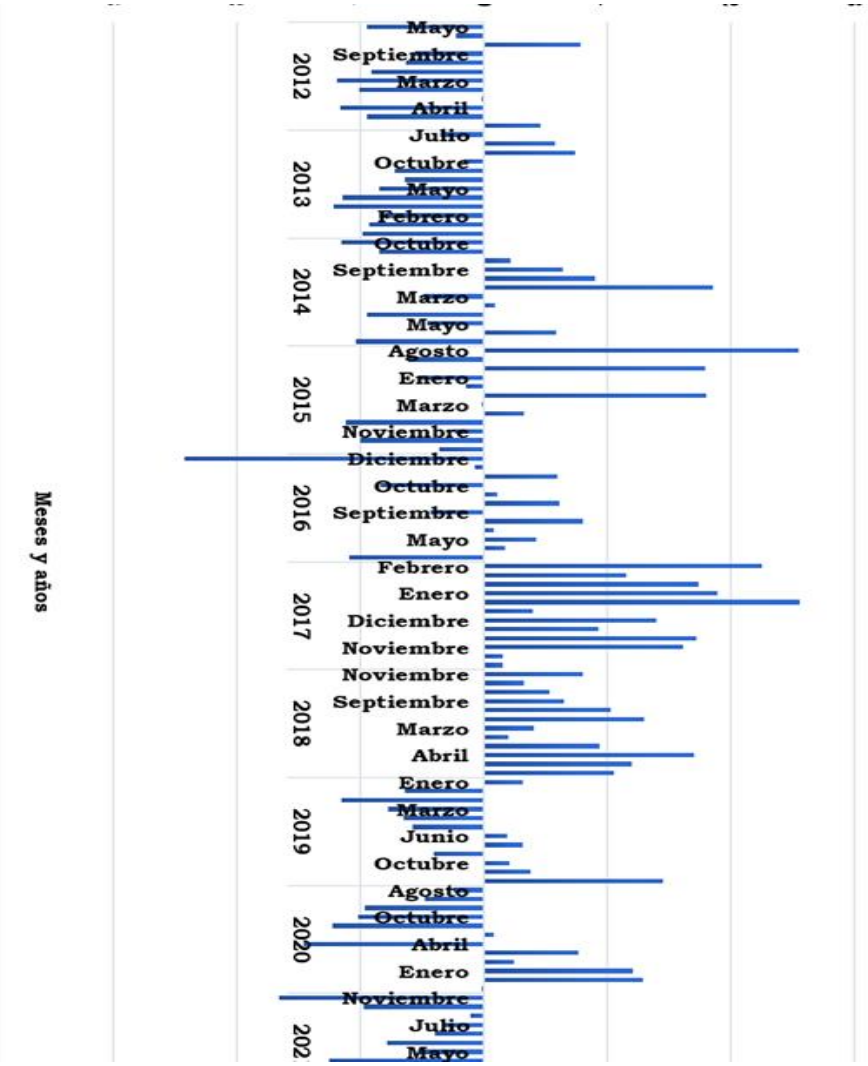


Figura 1. Índices de impacto de los partos y las crías en el periodo 2012-2021 en la unidad integral porcina del ICA.

Esta metodología a pesar de todos los beneficios que nos ha aportado para trabajos como este, no ha sido ampliamente utilizada. Los resultados obtenidos en este estudio son comparables con otros informados en la literatura científica por Chivangulula *et al*. (2013) aunque estos autores lo usaron para caracterizar la producción porcina familiar en Angola. Es importante destacar que en ambos estudios se destacaron dentro de la primera componente (principal) las variables relacionadas con los partos por puercas y crías destetadas que fueron los de mayor peso en la productividad de la unidad, aunque en el estudio realizado en Angola se analizaron otras variables dentro de las componentes como son: producción del criador, cantidad de alimentos, partos por año, total de estadía, área total y área agrícola.

CONCLUSIONES

Podemos concluir este estudio afirmando que los años 2017 y 2018 presentaron impactos positivos para la primera componente, esto se debe a mayor cantidad de partos y un mayor total de crías nacidas por mes. También se evidenció que la evaluación del impacto de los indicadores productivos y sus comportamientos en los diferentes años, mostraron cuales fueron las variables y años que marcaron mejor rendimiento productivo en la unidad.

BIBLIOGRAFÍA

Castro, CA.2022. Perspectivas económicas para el mercado porcino mundial en 2022, Available:< https://www.3tres3.com/latam/articulos/perspectivas-economicas-para-el-mercado-porcino-mundial-en-2022_13945/>, [Consultado: 4 de marzo de 2026].

Chansomboon, C, Elzo MA, Suwanasopee, T & Koonawootrittriron, S. 2010. Estimation of genetic parameters and trends for weaningto- first service interval and litter traits in a commercial landrace-large white swine population in northern Thailand. Asian-Australasian, Journal of Animal Science.23: 543-555.

Chivangulula, M.; Torres, V; Morais, J.; Nalissimo MJ & Gabriel, R. 2013. Evaluación multivariada del sistema de producción porcino familiar en Kaála, Angola. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 47(3): 279-282.

Deka, D., Goswami, R.N., Mili, D. Saikia, S. 2002. Effect of some nongenetic factors on litter traits in Hampshire pig. Indian Veterinary Journal. 79: 588-590.

Galindo, J., Torres, V & Borroto, O.2020. Impacto de la extensión universitaria en los resultados productivos de una cooperativa ganadera en Cuba. Revista Killkana Técnica.4(3):21-26, ISSN: 2528-8024.

Izquierdo, RM., Mainegra D & Miranda, J.2020. La producción porcina familiar: experiencias en la capacitación desde el Centro Universitario Municipal. 8(2):329-348, ISSN: 2310- 2349.

Koketsu, Y. 2007. Technical note: High-performing swine herds improved their reproductive performance differently from ordinary herds for five years. Journal of Animal Science. 85, ISSN: 3110–3115.

Pandey, A., Singh, S.K., Pandey, A.K. 2010. Studies on genetic and non-genetic factors affecting reproductive traits in landrace desi and their crossbred pigs. Journal of Ecology and Environmental Sciences.7-10.

Ramírez, G.R y Segura, C.J.1992. Factores que afectan el comportamiento reproductivo de los cerdos en el noreste de México. I. Tamaño de la camada y promedio de peso de los lechones. Técnica Pecuaria México. 30: 53-58.

Torres, V., Cobo, R., Sánchez, L. & Raez, N. 2013. Statistical tool for measuring the impact of milk production on the local development of a province in Cuba. Livestock Research for rural Development 25:9. Available: <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd25/9/torr25159.htm>, [Consulted: Marzo 3, 2026].

Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. 2008. Statistical model for measuring the impact of innovation or technology transfer in agriculture. Cuban Journal of Agricultural Science, 42(2):131-137, ISSN: 2079-3480

INTERJOVEN

EXPLORACIÓN DEL SISTEMA GANADERO EN PETIT-HAPONT, LEOGANE, HAITÍ

EXPLORATION OF THE LIVESTOCK SYSTEM IN PETIT-HAPONT, LEOGANE, HAITI

Makenson Lemaille

Universidad de Fondwa (UNIF), República de Haití
Autor para correspondencia: makensonlemaille@gmail.com

RESUMEN

En la sección comunal de Petit-Hapont, ubicada en la comuna de Léogâne, la cría de ganado es una fuente importante de ingresos y seguridad alimentaria para las familias campesinas. El objetivo de este estudio fue evaluar las prácticas de manejo del ganado en la sección comunal de Petit-Hapont de Léogâne, Haití. Se utilizó un método de muestreo intencional, seleccionando a 13 ganaderos. Los datos se recopilaron a través de la observación directa de las fincas y entrevistas. Los datos se organizaron, clasificaron y analizaron descriptivamente. La raza local dominante es la Criolla. Las razas lecheras observadas, a menudo mestizas, incluyen Holstein y Jersey. Las razas de carne incluyen Brahman y Charolais. El mestizaje entre la raza Criolla y razas importadas, son los que predominan. La reproducción es exclusivamente a través de monta natural, de 20 a 30 hembras por toro. El plan de recuperación propuesto incluye el establecimiento de parcelas de forraje; la creación de reservas para la estación seca; un programa de salud regular; la selección de animales reproductores para evitar la consanguinidad; la introducción gradual de la inseminación artificial y la capacitación de los ganaderos. La conclusión muestra que, a pesar de contar con recursos naturales favorables, diversas limitaciones, como la falta de apoyo técnico, las enfermedades animales y la escasez de forraje durante la estación seca, restringen la producción. Por lo tanto, es necesario mejorar las prácticas ganaderas y fortalecer los servicios veterinarios para desarrollar este sector.

Palabras clave: bovinos, leche, reproducción, sistemas

ABSTRACT

In the Petit-Hapont communal section, located in the Léogâne commune, cattle ranching is an important source of income and food security for farming families. The objective of this study was to evaluate cattle management practices in the Petit-Hapont communal section of Léogâne, Haiti. A purposive sampling method was used, selecting 13 ranchers. Data were collected through direct observation of farms and interviews. The data were organized, classified, and analyzed descriptively. The dominant local breed is the Criollo. Dairy breeds observed, often crossbred, include Holstein and Jersey. Beef breeds include Brahman and Charolais. Crossbreeding between the Criollo and imported breeds predominates. Reproduction is exclusively through natural mating, with 20 to 30 females per bull. The proposed recovery plan includes the establishment of forage plots and the creation of reserves for the dry season. A regular health program; the selection of breeding animals to avoid inbreeding; the gradual introduction of artificial insemination; and the training of livestock farmers are all important

factors. The conclusion shows that, despite favorable natural resources, various limitations, such as a lack of technical support, animal diseases, and forage scarcity during the dry season, restrict production. Therefore, it is necessary to improve livestock practices and strengthen veterinary services to develop this sector.

Keywords: cattle, milk, reproduction, systems



Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

CARACTERISTICAS DE LAPRODUCCION ANIMAL EN NAN MICHO, SECCIÓN COMUNAL DE FONDWA, HAITI

CHARACTERISTICS OF ANIMAL PRODUCTION IN NAN MICHO, COMMUNAL SECTION OF FONDWA, HAITI

Redando Deas* y Nadia Dervil

Universidad de Fondwa (UNIF), República de Haití

**Autor para correspondencia: deasredando7@gmail.com*

RESUMEN

Nan Micho se caracteriza por un terreno accidentado, típico de las zonas montañosas de Haití. El clima es monzónico tropical, con una marcada alternancia entre una estación lluviosa (de abril a octubre) y una estación seca (de noviembre a marzo). El acceso a la zona es difícil, particularmente durante la estación lluviosa, lo que complica la entrega de suministros veterinarios y el acceso a los mercados urbanos. El objetivo de este trabajo es describir las principales características de la producción animal en Nan Micho, Sección Comunal de Fondwa, Haití. El inventario se representando la población ganadera de referencia. Las cifras incluyen 10 unidades de producción familiar monitoreadas dentro del marco del estudio. Se identificaron las diferentes especies, razas y propósito productivo. Se evaluaron las tasas de mortalidad y sus principales causas. El tipo de producción animal por especie muestra que el método es predominantemente extensivo o semiintensivo, con muy bajo uso de insumos comerciales. Ganado vacuno: Producción mixta (carne y mano de obra). La leche se deja principalmente para el ternero para asegurar su crecimiento (estrategia de capitalización). El ordeño es ocasional para el consumo familiar o la producción artesanal de "queso peyi". Los machos se utilizan a menudo para arar (tracción animal) antes de ser vendidos para el matadero. Cabras: Producción exclusiva de carne (carnicería). Este es el tipo de cría más común. El manejo es del tipo "cría-engorde". Los animales se venden vivos a los mercados locales en Fondwa o a intermediarios que abastecen a Puerto Príncipe. Cerdos: Producción de carne de cría y engorde. Los cerdos se crían para la producción de carne y grasa. A menudo se les alimenta con restos de cocina y subproductos agrícolas (caña de azúcar, yuca). Aves de corral: Producción mixta (huevos y carne). La cría se describe como "basada en la granja". Los huevos se recogen diariamente (para la venta y el consumo personal). Los pollos se venden para carne, principalmente durante los períodos vacacionales.

Palabras clave: producción animal, salud, sistemas

ABSTRACT

Nan Micho is characterized by rugged terrain, typical of the mountainous regions of Haiti. The climate is tropical monsoon, with a marked alternation between a rainy season (April to October) and a dry season (November to March). Access to the area is difficult, particularly during the rainy season, which complicates the delivery of veterinary supplies and access to urban markets.

The objective of this study is to describe the main characteristics of animal production in Nan Micho, Fondwa Communal Section, Haiti. The inventory represents the reference livestock population. The figures include 10 family production units monitored within the framework of the study. The different species, breeds, and production purposes were identified. Mortality rates and their main causes were evaluated. The type of animal production by species shows that the method is predominantly extensive or semi-intensive, with very low use of commercial inputs. Cattle: Mixed production (meat and labor). Milk is primarily reserved for the calf to ensure its growth (capitalization strategy). Milking is occasional, for family consumption or the artisanal production of "peyi cheese." Males are often used for plowing (animal traction) before being sold for slaughter. Goats: Exclusively for meat production (butchering). This is the most common type of raising. Management is of the "breed-and-fatten" type. The animals are sold live to local markets in Fondwa or to intermediaries who supply Port-au-Prince. Pigs: Breeding and fattening for meat production. Pigs are raised for meat and fat production. They are often fed kitchen scraps and agricultural byproducts (sugarcane, cassava). Poultry: Mixed production (eggs and meat). Raising is described as "farm-based." Eggs are collected daily (for sale and personal consumption). Chickens are sold for meat, mainly during holiday periods.
Key words: animal production, health, systems

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba
interjovenicacuba@gmail.com

TIPO DE PRODUCCIÓN ANIMAL POR ESPECIES EN TOMBE GÂTEAU, FONDWA, LÉOGÂNE, HAÏTI

TYPE OF ANIMAL PRODUCTION BY SPECIES IN TOMBE GÂTEAU, FONDWA, LÉOGÂNE, HAÏTI

Istache Santiana*, Saint Juste Jean Bertho y Remay Françia Maïka

Universidad de Fondwa (UNIF), República de Haití

**Autor para correspondencia: istachesantiana@unif.edu.ht*

RESUMEN

La Décima Sección Comunal de Léogâne, Haití, más específicamente, Tombe Gâteau, está ubicada a ambos lados de la carretera, en una distancia de 3 km cuesta abajo desde Tombe Gâteau. El objetivo del presente trabajo es identificar las razas presentes, el tipo de producción por especie y los aspectos sanitarios de la ganadería en Tombe Gâteau, Fondwa, Léogâne, Haití. Se realizó un inventario zootécnico y tipos de producción. Aquí se presenta una estimación del número de cabezas de ganado para esta área. Se evaluó la mortalidad y sus principales causas. Las principales especies que predominan en la región son el ganado vacuno, las cabras, los cerdos y las aves de corral, para la producción de carne. Los cerdos se crían para la producción de carne y grasa; las aves para la producción de huevos. Las causas más generales comunes de mortalidad son de origen parasitario e infectocontagioso. Las medidas de mejora incluyen: protección del medio ambiente y del hábitat; fortalecimiento de las condiciones sanitarias (cero epidemias); mejora de la nutrición y la genética; apoyo técnico y estructuración; y capacitación de los productores.

Palabras clave: producción animal, nutrición, genética,

ABSTRACT

The Tenth Communal Section of Léogâne, Haiti, specifically Tombe Gâteau, is located on both sides of the highway, 3 km downhill from the town of Tombe Gâteau. The objective of this study is to identify the breeds present, the type of production per species, and the health aspects of the livestock ranch in Tombe Gâteau, Fondwa, Léogâne, Haiti. A zootechnical inventory and a study of production types were conducted. An estimate of the number of cattle in this area is presented (to be adjusted based on actual observations). Mortality and its main causes were evaluated. The main species that predominate in the region are cattle, goats, pigs, and poultry, raised for meat production. Pigs are raised for meat and fat production; poultry for egg production. The most common causes of mortality are parasitic and infectious. Improvement measures include: environmental and habitat protection; strengthening sanitary conditions (zero epidemics); improved nutrition and genetics; technical support and structuring; and producer training.

Keywords: animal production, nutrition, genetics

INTRODUCCIÓN

La producción animal es uno de los aspectos prioritarios del crecimiento económico de Haití, identificado en noviembre de 2009 por la Comisión Presidencial. En su informe final de ese año se concluyó que, en el contexto de la mejora de la seguridad alimentaria, la lucha contra la pobreza y la mayor generación de ingresos para la mayoría de la población haitiana, específicamente las familias rurales, la actividad ganadera, de tipo familiar, ofrece oportunidades reales. Sin embargo, la situación de la actividad ganadera haitiana y la falta de recursos zoogenéticos y tecnológicos son cada vez mayores. Una de las consecuencias de este panorama se traduce en merma de la producción, retraso de crecimiento de los animales y alto porcentaje de consanguinidad en varias granjas familiares (Brenus y Lubin, 2015). La crianza de animales constituye una parte importante de las actividades del sector agropecuario en Haití, equivale a un 27% y aporta al PIB en un 7%. También representa un sistema de ahorro para los gastos corrientes y un capital biológico para las inversiones importantes, en particular los porcinos y las aves. El subsector de la producción y sanidad animal representa, de esa manera, una palanca importante en el proceso de mejoramiento de las condiciones de vida de las explotaciones agrícolas campesinas (MARNDR, 2013).

Por sus características, físico-geográficas, la actividad ganadera en Haití se desarrolla en la montaña, y es un pilar fundamental de la economía campesina y la seguridad alimentaria, caracterizada por ser una actividad tradicional, diversificada y a pequeña escala en un país donde las montañas cubren casi dos tercios del territorio. En este contexto se encuentra la región de Fondwa, Léogâne, específicamente, Tombe Gâteau, ubicada a ambos lados de la carretera, en una distancia de 3 km cuesta abajo.

Objetivo: Identificar las razas presentes, el tipo de producción por especie y los principales aspectos sanitarios de la ganadería en Tombe Gâteau, Fondwa, Léogâne, Haití.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la **z**ona que desciende desde Tombe Gâteau, abarcando ambos lados de la carretera. Es un terreno accidentado, con transición climática (húmeda/subhúmeda), acceso limitado al agua mediante acequias de riego naturales.

Se realizaron visitas de trabajo para las observaciones directas y se encuestaron 10 productores. Las visitas de campo permitieron observar las áreas y el estado de los rebaños. Se realizó un inventario de todas las especies y sus principales producciones. Se captó la información de la mortalidad y las principales causas de muertes. Los resultados obtenidos se utilizaron para proponer recomendaciones prácticas adaptadas a las condiciones locales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inventario ganadero y los tipos de producción se presentan en la Tabla 1. Se puede apreciar el predominio del caprino y el porcino y, en menor medida, el bovino. Esta es el tipo apropiado de ganadería para zonas de montañosas y se caracteriza por el uso de razas rústicas, adaptadas a terrenos escarpados, climas variables y forrajes fibrosos. La ganadería extensiva es el sistema más adecuado y sostenible, permitiendo a los animales pastar en terrenos comunales o de difícil acceso (Imágenes 1 y 2).

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

En Tombe Gâteau es muy popular el consumo de cane caprina, como en otras regiones montañosas del mundo. Así, García *et al.* (2018) afirman que las cabras son un importante elemento en la economía y la cultura de diferentes grupos sociales marginales de muchas zonas semiáridas del mundo, y reportan que la producción de cabras para carne es parte del modo de vida de las familias en la Montaña de Guerrero, México, desde la época colonial. Ellos tienen un amplio conocimiento del manejo de la cabra criolla y de las plantas que engordan y le dan sabor a la carne de cabra, lo cual puede ser la base para el desarrollo de productos locales con calidad de origen.

La presencia de ganado bovino y porcino en zonas de montaña es una práctica tradicional de ganadería extensiva, que aprovecha los recursos naturales de estas áreas, como los pastos y malezas. Esta actividad es común en diversos confines rurales de montaña.

Tabla 1. Inventario ganadero y los tipos de producción.

Especies	U	Propósito productivo	Razas
Bovinos	120	Carne, Leche, Animales de trabajo	Criolla, Mestiza Jersey
✓ Vacas lecheras	40		
✓ Animales en desarrollo	60		
✓ Toros	20		
Caprinos	85	Carne	Criolla, Mestiza Boer
✓ Hembras	25		
✓ Machos	10		
✓ Crías	50		
Porcinos	250	Carne, Grasa	Criolla mejorada
✓ Reproductoras	80		
✓ Verracos	40		
✓ Crías	130		



Imagen 1. Bovinos y caprinos en la montana



Imagen 2. Hembra bovina mestiza lechera

En la Tabla 3 se presenta la mortalidad por especies entre 2020 y 2026. Se puede apreciar que las especies más afectadas fueron la caprina y la porcina. Al establecer una relación con las causas de muerte que aparecen en la Tabla 4, es evidente que las especies caprina y porcina son las más expuestas a las causas de mayor morbilidad y mortalidad, especialmente la peste Porcina Africana, confirmada nuevamente en el país a partir de 2021.

Tabla 3. Mortalidad por especies

	Años						
Especies	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026 (enero-marzo)**
Bovinos	4	6	5	8	4	5	1
Caprinos	25	30	45	35	28	32	10
Porcinos	15	80	60	20	18	25	5

Tabla 4. Causas de muertes por especies

Especies	**Causas**
Bovinos	Infecciones hemoparasitarias (piroplasmosis/anaplasmosis): Causa principal. Transmitidas por garrapatas (Rhipicephalus). Síntomas: fiebre alta, anemia, orina oscura. Ántrax: Frecuente en zonas de pastoreo tras fuertes lluvias (esporas en el suelo). Muerte súbita con inflamación muscular. Parasitismo gastrointestinal: Principalmente en terneros (*Haemonchus spp*), que provoca retraso del crecimiento y caquexia terminal. Lombrices intestinales: La causa principal. La humedad del suelo favorece el ciclo de vida larvario, lo que provoca anemia grave (síndrome de la mandíbula de botella).
Caprinos	Neumonía enzoótica: Relacionada con corrientes de aire y humedad en la zona. Las cabras tosen y mueren rápidamente por insuficiencia respiratoria. Coccidiosis: Una de las principales causas de mortalidad en cabritos (diarrea negruzca o sanguinolenta). Plantas tóxicas: Ingestión accidental de plantas tóxicas en los bordes de los caminos debido a la falta de forraje de calidad.
Porcinos	Peste porcina africana (PPA): Causa histórica importante (2021-2023). Mortalidad cercana al 100 % en rebaños sin protección. Peste porcina clásica (PPC): Endémica, a menudo confundida con la PPA por los

ganaderos.
Metastrongilosis (parasitismo pulmonar): Vinculada al hozar en suelos húmedos e insalubres.
Erisipela (erisipela porcina): Infecciones cutáneas y septicemia que pueden provocar la muerte.

Teniendo en consideración los resultados expuestos las principales medidas para mejorar la producción de las diferentes especies en la región objeto de estudio se incluyen en el entorno de las mejoras en las condiciones de tenencia, reforzamiento sanitario y de bioseguridad y mejora de la base alimentaria. En este sentido López *et al.* (2001) plantean que, en el estrato socioeconómico de muy bajos recursos, donde sobresale la relación bosque-ganado, prevalece una fuerte conexión entre las actividades agrícolas, forestales y ganaderas, principalmente en los estratos de muy bajos y bajos recursos, lo cual permite el aprovechamiento total de los medios de producción disponibles. Los problemas de disponibilidad de forraje, de manejo, sanitarios y organizativos, están estrechamente relacionados entre sí y podrían ser atenuados con una mayor organización de las comunidades y promoción de proyectos de desarrollo que permitan mejorar la producción sin deteriorar la base de recursos naturales.

CONCLUSIONES

La región de Tombe Gâteau posee potencial productivo, a partir de las principales especies animales que se utilizan, y que pudiera expresarse de manera más eficiente económica y socialmente.

La acción coordinada en materia tecnológica, de higiene ambiental, de y profilaxis y de capacitación es fundamental para salvaguardar y mejorar, de manera sostenible, el sustento de los agricultores.

BIBLIOGRAFÍA

Brenus, I. y Lugin, G. 2015. Evaluación participativa de la potencialidad de Limonade, Departamento Norte de Haití, para la inseminación artificial de Bovinos. Proyecto de Trabajo de Graduación sometido a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Máster en Práctica del Desarrollo, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Escuela de Posgrado, Turrialba, Costa Rica. Disponible: http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8154/Evaluacion_participativa_de_la_potencialidad_de_Limonade.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García, D., Vargas, S., Bustamante, A. Torres, G., Calderón, F. & Olivera, J. 2018. La producción de caprinos para carne en la montaña de Guerrero, México. agric. soc. desarro. 15 (1). Disponible: https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v15n1/1870-5472-asd-15-01-1-en.pdf

López, M., Jiménez, G., Dejong, B., Ochoa, S. Nahed. J. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. Veterinaria México. 32 (2). Disponible: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9809711

MARNDR, 2013. Ministère de l' Agriculture et des Ressources Naturelles et du Développement Rural, Haití. Unité d'Etude et de Programmation du MARNDR: Termes de réference pour le recrutement d'un consultant en evaluation (en línea). Damien, Haití. Disponible: http://www.agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/TDRConsultant_en_Evaluation.pdf

INTERJOVEN

ECONOMÍA CIRCULAR COMO BASE FUNDAMENTAL DE LA PRODUCCIÓN PORCINA SOSTENIBLE EN FINCA FAMILIAR DIVERSIFICADA

CIRCULAR ECONOMY AS FUNDAMENTAL BASIS OF SOSTENIBLE PORCINE PRODUCTION IN BIODIVERSIFIED FAMILY FARM

Claudia Torres Cruz

Empresa Cárnica de Mayabeque, Cuba

clautc02@gmail.com

RESUMEN

La producción agropecuaria actual necesita adoptar de forma inminente los principios de economía circular para que se garanticen la sostenibilidad y la resiliencia a la vez que se generen oportunidades económicas, beneficios ambientales y sociales. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar en la producción porcina de la finca familiar diversificada Ayala, el efecto de la sustitución de pienso comercial por alimentación alternativa a base de recursos locales. Para la elaboración del pienso criollo se utilizaron harina de yuca (hojas y tallos), boniato y vigna. Se realizaron los analisis bromatologicos de estas muestras en el la unidad central de laboratorios UCELAB del Instituto de Ciencia animal. Se evaluaron los contenidos de materia seca, ceniza, contenido de N, proteína bruta y fraccionamiento de la fibra. Según estos resultados, se procedió a la formulación del pienso considerando que la esta cubriera al menos el 70 % de los requerimientos para los cerdos. Se emplearon todos los cerdos de la finca y se tuvo en cuenta como referencia, los datos del año anterior donde no se utilizó este tipo de dieta. Como resultado de la introducción del pienso criollo se constató el aumento de la masa reproductora de 10 a 20 con la mejora en la condición corporal y la disponibilidad del autoreemplazo, que no se realizaba hasta el momento. De igual manera, aumentó el número de animales de preceba, aptos para la venta en un 20 %. Se concluye que la utilización del pienso criollo en la producción porcina de la Finca Ayala, es una solución efectiva para la mejora de la eficiencia y a sostenibilidad de la producción. Este modelo de economía circular no solo beneficia a la finca, sino que también puede ser replicable en otras áreas rurales, promoviendo así el desarrollo agrícola sostenible en Cuba.

Palabras clave: cerdos, recursos locales, sostenibilidad

ABSTRACT

Current agricultural production urgently needs to adopt circular economy principles to ensure sustainability and resilience while generating economic opportunities, environmental benefits, and social advantages. In this context, this study aims to evaluate the effect of replacing commercial feed with an alternative feed based on local resources in the pig production of the diversified family farm Ayala. Cassava flour (leaves and stems), sweet potato, and vetch were used to prepare the locally sourced feed. Bromatological analyses of these samples were performed at the UCELAB central laboratory unit of the Institute of Animal Science. Dry matter, ash, nitrogen, crude protein, and fiber fractionation were evaluated. Based on these results, the

feed was formulated to meet at least 70% of the pigs' nutritional requirements. All pigs on the farm were included, and data from the previous year, when this type of diet was not used, were used as a reference. As a result of introducing locally sourced feed, the breeding stock increased from 10 to 20, with improvements in body condition and the availability of self-replacement, which had not been practiced previously. Similarly, the number of pre-weaning animals suitable for sale increased by 20%. It is concluded that the use of locally sourced feed in pig production at Finca Ayala is an effective solution for improving efficiency and sustainability. This circular economy model not only benefits the farm but can also be replicated in other rural areas, thus promoting sustainable agricultural development in Cuba.

Key words: local resources, pigs, sustainability

INTRODUCCIÓN

El reto de la producción de alimentos con el uso de prácticas sostenibles ha motivado el desarrollo de sistemas productivos integrales y diversificados, que se caractericen por el uso más eficiente de los insumos y la energía, basados en los principios de la ciencia agroecológica (Sarandon y Flores, 2014). La producción agropecuaria circular ofrece un marco de soluciones para construir resiliencia a largo plazo, generar oportunidades económicas, así como beneficios ambientales y sociales, entre otras ventajas. El acceso a tecnologías para hacer sostenibles los procesos agropecuarios y minimizar pérdidas es uno de los principales desafíos identificados por un grupo de líderes de fincas en Cuba enfocados en impulsar la agricultura y economía circular.

Promover las buenas prácticas alimentarias, fortalecer los procesos de descentralización, regular las pérdidas y desperdicios e impulsar la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas son algunos de los objetivos de la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional, conocida como ley SSAN, en vigor desde octubre de 2022. Entre varios ejes estratégicos, la norma propone incentivar el desarrollo de sistemas alimentarios locales mediante modelos sostenibles de producción como los vinculados con la economía circular.

La implementación de este tipo de prácticas, ha contribuido a reducir desperdicios, reutilizar recursos, maximizar la eficiencia de los sistemas agropecuarios entre otros. En conjunto, estos esfuerzos han fortalecido la soberanía alimentaria en los territorios cubanos, garantizando un acceso sostenible y seguro a alimentos frescos y nutritivos para la población. Un ejemplo de esto lo constituye, la Finca Diversificada Ayala, donde se integran diversos cultivos y sistemas de producción animal basándose en los principios de la economía circular, lo que permite lograr su sostenibilidad. Teniendo en cuenta estos antecedentes, y con la finalidad de aumentar la sostenibilidad de la finca el presente estudios tuvo como objetivo: Evaluar el efecto de la sustitución del pienso comercial por alimentación alternativa con recursos locales en la producción porcina de la finca diversificada Ayala.

MATERIALES Y MÉTODOS

1-.Localización y duración del experimento

El presente estudio se realizó en la Finca Ayala, perteneciente a la CCS Porfirio Álvarez Báez, dirigida por el productor Odrey Orta Dorta y ubicada en el Municipio de Güines. Esta finca tiene

como objetivos la producción de alimento animal y humano en condiciones de secano. Como rubro principal se encuentra la ceba de toros, sin embargo, a través de la intervención de la ciencia, se ha ampliado a la multiplicación de cerdos criollos, aves, ovinos y cultivos.

Estudio se llevó a cabo durante el 2025, como parte de los resultados del proyecto territorial "Implementación de Sistemas de Alimentación Alternativa para la Mejora de la Producción Porcina de Mayabeque", dirigido por el Instituto de Ciencia Animal.

2-. Preparación de los alimentos

Obtención de harina de follaje (hoja más peciolo) y de raíz de yuca

El material forrajero fue recolectado en parcelas establecidas por el productor listas para cosechar, con una edad aproximada de 5 meses. Para la harina de follaje se utilizó el tercio superior de la planta (follaje) de yuca, sin separar las hojas más peciolos de las ramas. Una vez colectada la parte superior de la planta se procedió a la cosecha de la raíz de yuca; este fue seleccionado procurando que estuviera libre de deterioro fisiológico y contaminación. Al ser las producciones en secano, no se realizó el lavado de la raíz por contener el mínimo de rastros de tierra.

Obtención de harina de raíz de boniato

El tubérculo fue cosechado con una edad aproximada de 3 meses y se expuso al sol en el surco entre una a dos horas para eliminar de forma fácil la tierra excedente. Posteriormente, fue colectado en carreta y trasladado al área de procesamiento de materias primas.

Obtención de la harina de vigna (semilla).

La vigna utilizada fue cultivada en la finca y fue cosechada con una edad promedio de 90 días. Se colectaron las vainas maduras y secas para proceder a la extracción de las semillas. Las semillas se expusieron al sol durante 12 horas para completar su secado y proceder al procesamiento en forma de harina.

Todos los productos a emplear en el estudio, después de su colecta, fueron rebanados en trozos de 8 mm en una picadora de pastos mecánica para ser colocados posteriormente, sobre toldos plásticos de color azul, en capas de 5 a 10 cm de grosor para ser expuestos al sol por un periodo de tiempo de 72 h, para garantizar un secado uniforme. Cada 2- 4h el material fue volteado con ayuda de un rastrillo para facilitar su secado hasta que el mismo alcanzara una humedad entre el 10 y el 12%. Una vez secos todos los materiales vegetales se molieron en un molino mecánico casero con una criba de 2mm y se tomó una muestra de 500g de cada uno por separados, para su análisis en el laboratorio de bromatología y su posterior inclusión en las dietas de los cerdos.

3-. Análisis químicos

Para conocer la composición química de las muestras de las harinas de follaje y raíz de yuca, boniato y de vigna, se analizaron las muestras en el laboratorio de bromatología (UCELAB), perteneciente al Instituto de Ciencia Animal (ICA), donde se les determinaron los contenidos de

Materia Seca (MS) y cenizas según el procedimiento de la AOAC, 1990. La concentración de nitrógeno total fue determinada utilizando el método de Kjeldahl (AOAC, 1995) y la concentración de Proteína Bruta fue calculada mediante la siguiente fórmula: PB = (% de nitrógeno total x 6.25). Los contenidos de Fibra Neutro Detergente (FND) y Fibra Ácido Detergente (FAD) fueron analizados según lo descrito por Goering y Van Soest et al. (1970).

4-. Elaboración del pienso criollo y manejo de los animales e instalciones

Una vez obtenido los resultados del análisis bromatológico de las harinas se procedió a formular el pienso criollo, considerando que la formulación cubriera al menos el 70 % de los requerimientos para los cerdos. Cabe resaltar que esta finca está diseñada para disminuir la entrada de insumos externos por lo que la base alimentaria de los animales es cubierta con las producciones de la finca y con el pastoreo.

Se emplearon todos los cerdos criollos de ceba de la finca por ser manejados en campo abierto durante casi todo el día por tanto, se tomaron como referencia, los datos del año anterior donde no se empleaba este tipo de dieta. Previo al inicio del ensayo un 25 % de los cerdos fueron pesados e identificados para dar seguimiento a los resultados de la formulación y su efecto en el comportamiento. Los cerdos solo son tratados si existe algún indicio de enfermedad o lesión y las condiciones de manejo y alimentación son iguales para todos los animales. Para el consumo del pienso criollo, los animales son confinados entre las 11:00 am a 4:00 pm en un área asignada para ello, para que en las horas restantes se trasladen a las áreas de pastoreo.

5- . Evaluación

Para evaluar el efecto de la sustitución del pienso comercial por el pienso criollo elaborado en la finca, solo se tuvo en cuenta el conteo inicial y final de la masa durante este periodo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la introducción del pienso criollo se constató el aumento de la masa reproductora de 10 a 20 con la mejora en la condición corporal y la disponibilidad del autoreemplazo, que no se realizaba hasta el momento. De igual manera, aumentó el número de animales de preceba, aptos para la venta en un 20 %. Estos resultados permitieron que la finca mantuviera su status de referencia nacional por la ANAP.

Según datos inéditos del jefe de finca, los ingresos se elevaron en un 30 %, reflejando la efectividad de la implementación de prácticas sostenibles y el uso eficiente de los recursos.

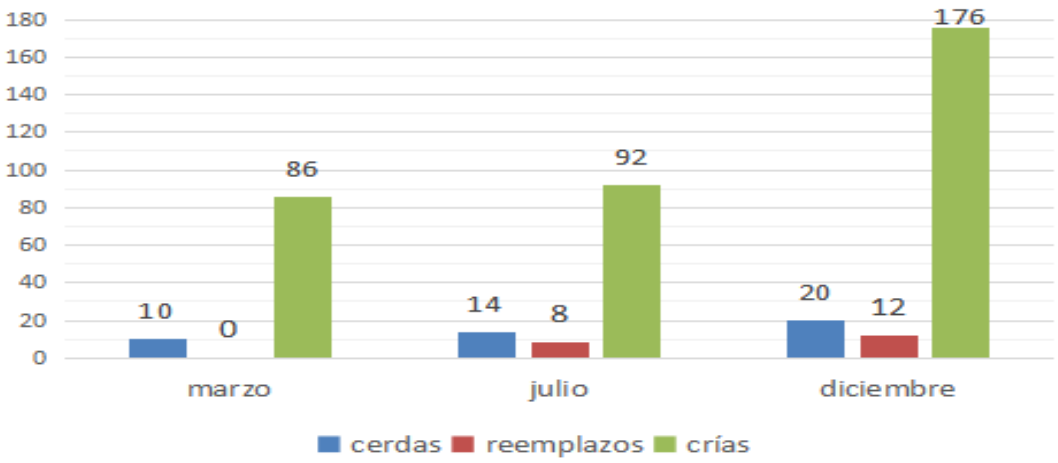


Figura 1. Crecimiento de la masa porcina en Finca Ayala en el año 2025 con la sustitución del pienso comercial por pienso criollo.

CONCLUSIONES

La utilización del pienso criollo en la producción porcina de la Finca Ayala, es una solución efectiva para la mejora de la eficiencia y a sostenibilidad de la producción. Este modelo de economía circular no solo beneficia a la finca, sino que también puede ser replicable en otras áreas rurales, promoviendo así el desarrollo agrícola sostenible en Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

Association of Official Analytical Chemists international - AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16 ed. Arlington, vol. 2, pp. 474

Goering, H. K. y Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington: USDA. Agricultural Handbook. No. 379, 1970.

Sarandon, S. J. & Flores, Claudia C., eds. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2014.

INTERJOVEN

PROYECTO IRES UNA ALTERNATIVA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

IRES PROJECT: AN ALTERNATIVE TO CLIMATE CHANGE

Carlos Alberto Díaz Maza, Wilfredo Arregui Valdes,
Armando Ávila García, Grecio Miguel Lorenzo Rodríguez

Grupo Agroforestal, Cuba

Autor para correspondencia: greciolorenzorodriguez@gmail.com

RESUMEN

Desde 2016 comienza a elaborarse en Cuba, un proyecto al Fondo Verde del Clima participando en su elaboración el MINAG, CITMA y FAO. En el 2020 se aprueba y realiza taller de inicio, con el nombre: "Incremento de la resiliencia de hogares y comunidades rurales vulnerables a través de la rehabilitación de paisajes agroforestales productivos en localidades seleccionadas de la República de Cuba" (IRES). Agencia acreditada ante el Fondo Verde del Clima: la FAO en Cuba. (FAO). Entidad ejecutora: el MINAG, en representación del gobierno de Cuba. La FAO es responsable de la implementación financiera y operativa con un total de 38,206,790.80 USD, no reembolsables. Cofinanciamiento del gobierno cubano: 81,707,209.20 PESOS CUBANOS. Total, de financiamiento (GCF + Cofinanciamiento del gobierno cubano): 119,914,000 USD. Período de implementación: 7 años. Vida útil: 20 años. Áreas de resultados del proyecto: Mitigación: Reducción de emisiones por silvicultura, ganadería y uso del suelo. Adaptación: Incremento de la resiliencia de: Personas, comunidades y regiones más vulnerables. Ecosistemas y servicios ecosistémicos. Se implementa en 7 municipios de Cuba, modificándose más de 35 800 ha, con el 70 % invadido por *Dichrostachys cinérea* (marabú). Implementándose 6 módulos de sistemas agroforestales y silvopastoril ante el Cambio Climático.

Palabras clave: Adaptación, Fondo Verde del Clima, Mitigación

ABSTRACT

Since 2016, a Green Climate Fund project has been being developed in Cuba, with MINAG, CITMA and FAO participating in its development. In 2020, a start-up workshop is approved and held, with the name: "Increasing the resilience of vulnerable rural households and communities through the rehabilitation of productive agroforestry landscapes in selected localities of the Republic of Cuba" (IRES). Agency accredited to the Green Climate Fund: FAO in Cuba. (FAO). Executing entity: the MINAG, on behalf of the Government of Cuba. FAO is responsible for the financial and operational implementation with a total of 38,206,790.80 USD, non-refundable. Co-financing from the Cuban government: 81,707,209.20 Cuban PESOS. Total, of financing (GCF + Co-financing from the Cuban government): 119,914,000 USD. Implementation period: 7 years. Shelf life: 20 years. Project result areas: Mitigation: Reduction of emissions by forestry, livestock and land use. Adaptation: Increasing the resilience of: The most vulnerable people, communities and regions. Ecosystems and ecosystem services. It is implemented in 7 municipalities of Cuba,

modifying more than 35 800 ha, with 70% invaded by *Dichrostachys cinérea* (marabú). 6 modules of agroforestry and silvopastoral systems are being implemented in the face of Climate Change.

Key words: Adaptation, Green Climate Fund, Mitigation

INTRODUCCIÓN

Para un archipiélago y país pequeño como Cuba, una de sus prioridades es la seguridad alimentaria de su población con la implementación de buenas prácticas en el sector agrícola, para mitigar y adaptarse al cambio climático. El sector agrícola es estratégico y decisivo para la economía del país debido a múltiples razones, incluido su alto porcentaje de participación en el Producto Interno Bruto (PIB), y su papel como una de las principales fuentes de empleo. En él descansa la seguridad alimentaria del país, uno de los principales pilares del sistema social cubano, así como la educación y la salud, entre otros.

Desde el año 2016 comienza a elaborarse en Cuba, una propuesta de un proyecto al Fondo Verde del Clima participando en su elaboración un equipo multidisciplinario del MINAG, CITMA, la FAO y especialistas de diferentes institutos de investigación como: Instituto de Ciencia Animal, Instituto Nacional Agroforestal, Instituto de Suelo e Instituto de Pasto y Forraje.

En el 2020 que se aprueba y realiza taller de inicio, con el nombre: “Incremento de la resiliencia de hogares y comunidades rurales vulnerables a través de la rehabilitación de paisajes agroforestales productivos en localidades seleccionadas de la República de Cuba” (Proyecto IRES-Cuba).

Para implementar buenas prácticas sostenibles de gestión agroforestal en el Área de Implementación del Proyecto (AIP), se han identificado seis módulos productivos basados en los principios de Adaptación Basada en Ecosistemas (EBA), todos vinculados a sistemas agrícolas, ganaderos y forestales. Lo que implicará cambios en la racionalización y las acciones de los agricultores, técnicos y gerentes involucrados en estas actividades.

El Proyecto IRES-Cuba, cuyo objetivo es generar beneficios en términos ambientales, sociales y económicos a través de un enfoque innovador que integra los elementos de adaptación y mitigación para el sustento de las funciones ambientales a nivel de agro paisajismo, así como mejorar la aplicación de mejores prácticas agrícolas, así como la gestión de los recursos hídricos en las poblaciones más vulnerables en las áreas de implementación del proyecto (AIP).

Las actividades agroforestales en las áreas seleccionadas y sus comunidades son el punto central del proyecto, ya que representan uno de los escenarios más peligrosos y vulnerables a los impactos del cambio climático; responder a estos desafíos requiere ajustes en las políticas, programas y prácticas de gestión. Se hace necesario adoptar nuevos módulos productivos que integren la producción agrícola, ganadera y forestal a corto plazo, generando un verdadero cambio de paradigma que conduzca a un sector agroforestal sostenible, resiliente y bajo en carbono. Además, el proyecto se apropia de uno de los objetivos centrales del Plan Estatal para Confrontar el Cambio Climático, conocido como "Tarea Vida", que abarca Implementar efectivamente los programas y acciones para enfrentar el Cambio Climático (CC), con énfasis en la adaptación, reduciendo la vulnerabilidad.

El sector agrícola en Cuba (agricultura, ganadería y silvicultura) se está desarrollando en un entorno climático cambiante y cada vez más adverso, debido al aumento de las temperaturas, la disminución de las precipitaciones, el aumento del nivel medio del mar, la intensificación y la mayor frecuencia de los ciclones tropicales, la disminución de recursos hídricos en cantidad y calidad, y la pérdida de diversidad biológica (Ver Informe sobre "Adaptación y vulnerabilidad de referencia para la implementación del proyecto, FAO 2018).

Según el estudio citado anteriormente, se considera que con los escenarios previstos para los próximos 100 años y como resultado de las tendencias climáticas actuales, se espera un deterioro en la calidad ambiental general, destacando los recursos hídricos, que serán uno de los más severamente afectados, lo que resulta en repercusiones críticas para otros recursos y sectores.

Los territorios donde se implementará el proyecto (AIP) han enfrentado durante los últimos tres años, los períodos de sequía más intensos y prolongados de los últimos 115 años lo que ha llevado, por un lado, a la proliferación de enfermedades en las personas y, por otro lado, a una caída en la productividad de los cultivos y la producción ganadera, incluida la muerte de miles de cabezas de ganado.

La población vulnerable a la sequía asciende a un total de 237 014, que comprende 79 005 hogares vulnerables (FAO, 2018). La escasez de agua afectó a más mujeres para quienes el acceso y almacenamiento de agua para lavar, cocinar y limpiar, entre otras tareas reproductivas, es una de sus necesidades básicas directamente relacionadas con el objetivo de mejorar la calidad de vida que tienen hoy.

Según la Segunda Comunicación Nacional Cubana a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre CC (Álvarez, 2011), la investigación realizada en 29 cultivos muestra que el 65% de ellos están afectados por diversos elementos, por lo tanto, el rendimiento potencial es inferior al 50%; la productividad primaria neta probablemente disminuirá porque el lapso de las fases fenológicas de los cultivos se acortará progresivamente. Las áreas agrícolas se reducirán debido a la erosión del suelo la salinización, los volúmenes de agua disponibles disminuirán en cantidad y calidad y la superficie del ecosistema de manglar se verá afectada, todo lo cual resultará en un éxodo rural creciente hacia las áreas urbanas (Álvarez y Mercadet, 2012).

El proyecto se implementa en 7 municipios de las provincias Matanzas, Villa Clara y Las Tunas, modificándose más de 35 800 ha, con el 70 % invadido por la especie exótica invasora marabú. Implementándose 6 módulos de sistemas agroforestales y silvopastoril que permitirá un paisaje agrícola sostenible ante el cambio climático.

Para garantizar este objetivo, el proyecto diseñó módulos que operan bajo sistemas sostenibles, que cumplen funciones relevantes en el escenario en el que se desarrollan y también se centran en garantizar una mayor resiliencia de las personas, los hogares y los ecosistemas vulnerables.

Estas funciones se resumen en: Proteger y mejorar los recursos hídricos superficiales y subterráneos para lograr una mayor disponibilidad de agua, en cantidad y calidad. Disminuya o detenga la intrusión de agua salada, de ahí la salinización de suelos y acuíferos. Mejorar la calidad de vida de las personas y los hogares que actualmente viven en zonas económicamente deprimidas. Aumentar el secuestro de carbono en el sistema agrario cubano a través de prácticas sostenibles. Proteger y mejorar el suelo agrícola y ganadero contra la erosión y otros factores

degradantes. Crear nuevo hábitat y contribuir a la conservación de la biodiversidad terrestre existente en el AIP. Restaurar áreas invadidas por el marabú y su conversión a sistemas de biodiversidad, más productivos y resistentes. Aumentar el índice de bosques (Ib)/cobertura forestal en el AIP mediante la reconversión de áreas ociosas e improductivas en sistemas agroforestales sostenibles. Establecer plantaciones forestales con biodiversidad, incluidas las de naturaleza comercial, de manera que sean más resistentes al cambio climático y mejoren los servicios ecosistémicos que brindan. Diversifique el paisaje rural con diferentes modalidades productivas que ajusten y beneficien tanto a los pequeños productores como a las empresas estatales. Aumentar la presencia de árboles en el paisaje de AIP. Promover y mejorar la creación de hábitats y reducir la fragmentación de los bosques para mejorar la conectividad entre los ecosistemas. Aumentar la productividad de cultivos, sistemas ganaderos y bosques. Proteger, mejorar y establecer bosques de galería como factor de regulación del agua. Ampliar el conocimiento dentro de la población rural sobre los beneficios de aplicar buenas prácticas en el sector agrícola y su importancia para enfrentar el cambio climático.

En principio, estos módulos productivos pueden implementarse en las formas productivas no estatales existentes en el país, como la Cooperativa de Producción Agrícola (CPA), la Cooperativa de Crédito y Servicios (CCS), la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), los usufructuarios de tierras beneficiadas por el Decreto Leyes No. 259 primero y luego No. 300, así como por compañías estatales. Los módulos productivos se han diseñado sobre la base de experiencias prácticas complementadas con resultados de investigación.

Los módulos productivos resumidos en este documento no han sido altamente promovidos en el país debido a diversas consideraciones, entre las cuales se encuentran la escasez de recursos esenciales para implementarlas; la ineficiencia gubernamental de las unidades de extensión y otras entidades, la capacitación que se lleva a cabo en el sector agrícola y forestal y la resistencia al cambio por parte de administradores, técnicos, agricultores y administradores de tierras en general. Los sistemas agroforestales son reconocidos internacionalmente como técnicas tradicionales aplicadas en regiones tropicales, donde se integran la agricultura, la ganadería y los árboles, en una sola unidad de gestión. (Colectivo de autores: Sistemas Agroforestales en Cuba, INAF)

Los sistemas silvopastoriles juegan hoy un papel protagónico en la ganadería, llamada también ganadería climáticamente inteligente o ganadería regenerativa, sin dudas permiten bienestar animal superior disminuyendo las temperaturas hasta 20 grados, mejoramiento de los suelos, alimentación balanceada, sub productos del bosque, miel, madera, frutos y servicios ecosistémicos, finalmente incremento de leche y carne, un sistema más resiliente y sostenible La implementación se realiza en 7 municipios (Amancio, Jobabo y Colombia en la Provincia de Las Tunas, Corralillo, Quemado y Santo Domingo en la Provincia de Villa Clara y Los Arabos en la Provincia de Matanzas) de los 169 municipios del país, son seleccionados por presentar los daños más severos en materia de Cambio Climático en Cuba.

Objetivo: En correspondencia con el problema de la investigación**.**

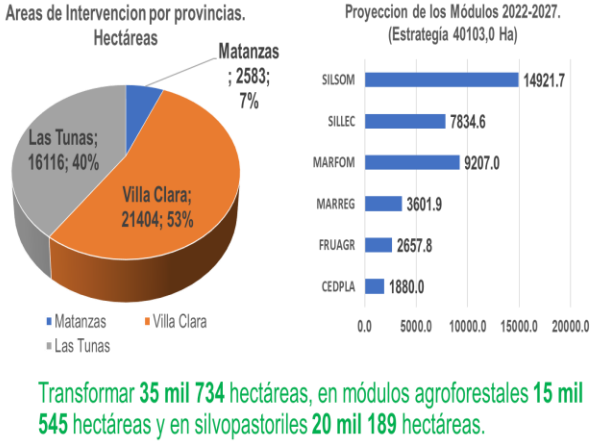
MATERIALES Y MÉTODOS

Diagnóstico de los sitios de intervención

Partiendo de escenarios deprimidos desde el punto de vista social y económico y de muy baja productividad, especialmente en el sector agrícola, lo que se debe, entre otras razones, a la escasez de agua (sequías más frecuentes y prolongadas), fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, intrusión de agua salada y cuencas subterráneas.

La implementación se realiza en 7 municipios (Amancio, Jobabo y Colombia en la Provincia de Las Tunas, Corralillo, Quemado y Santo Domingo en la Provincia de Villa Clara y Las Arabos en la Provincia de Matanzas) de los 169 municipios del país, son seleccionados por presentar los daños más severos en materia de Cambio Climático en Cuba.





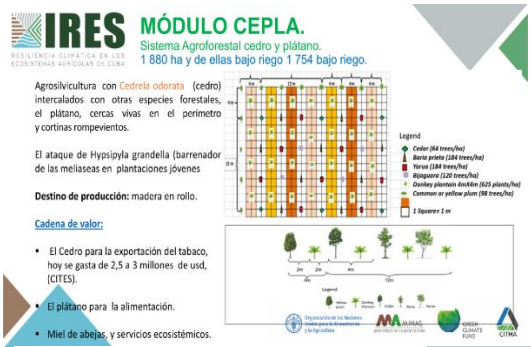
Transformar **35 mil 734** hectáreas, en módulos agroforestales **15 mil 545** hectáreas y en silvopastoriles **20 mil 189** hectáreas.

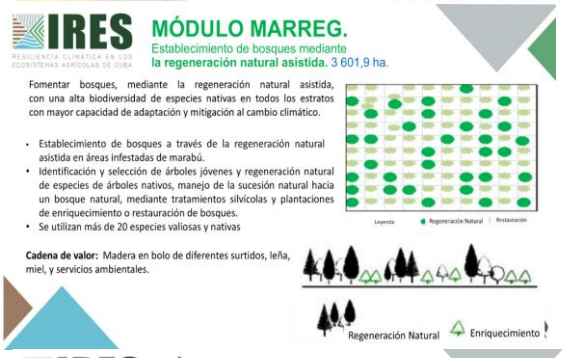
Los 6 Módulos pre establecidos por el Proyecto

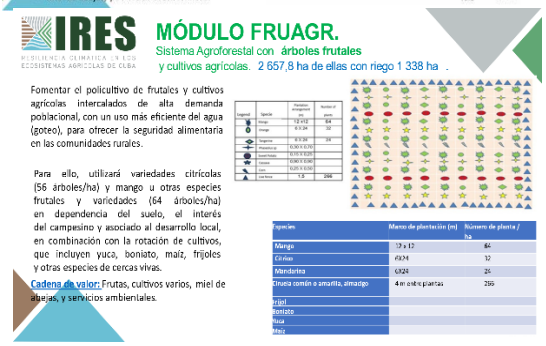
Los módulos productivos resumidos en este documento, no han sido altamente promovidos en el país debido a diversas consideraciones, entre las cuales se encuentran la escasez de recursos esenciales para implementarlas, la falta de capacitación que se lleva a cabo en el sector agrícola y forestal y la resistencia al cambio por parte de administradores, técnicos, agricultores y administradores de tierras en general.

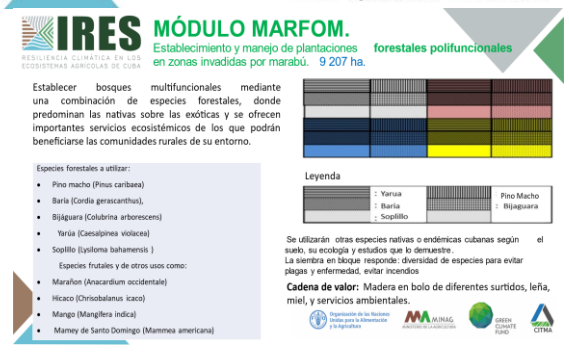

Módulos a implementar por el proyecto
MÓDULOS AGROFORESTALES
MÓDULOS SILVOPASTORILES
01
(CEDPLA)
Sistema Agroforestal con Cedro y plátano
AT: 1 880 ha
BR: 1 754 ha
03
(MARREG)
Establecimiento de bosques mediante regeneración natural asistida
AT: 3602 ha
BR: 0
05
(SILSOM)
Sistema silvopastoril con árboles de sombra
AT: 14 922 ha
BR: 0
02
(FRUAGR)
Sistema agroforestal con árboles frutales, cultivos agrícolas y cercas vivas.
AT: 2 658 ha
BR: 1 338 ha
04
(MARFOM)
Establecimiento y manejo de plantaciones forestales poli funcionales en zonas invadidas por el marabú
AT: 9 207 ha
BR:0
06
(SILLEC)
Sistema silvopastoril con arbustivo leguminoso
AT: 7 835 ha
BR: 0


IRES
Nuevo paradigma: sistemas productivos resilientes y sostenibles
Linderos


IRES
MÓDULO CEPLA.
Sistema Agroforestal cedro y plátano.
1 880 ha y de ellas bajo riego 1 754 bajo riego.
Agrosilvicultura con Cedrela odorata (cedro) intercalados con otras especies forestales, el plátano, cercas vivas en el perímetro y cortinas rompevientos.
El ataque de Hypsipyla grandella (barrenador de las meliaseas en plantaciones jóvenes
Destino de producción: madera en rollo.
Cadena de valor:
El Cedro para la exportación del tabaco, hoy se gasta de 2,5 a 3 millones de usd, (CITES).
El plátano para la alimentación.
Miel de abejas, y servicios ecosistémicos.
Legend
Cedar (64 trees/ha)
Baria prieta (184 trees/ha)
Yarua (184 trees/ha)
Bijaguara (120 trees/ha)
Donkey plantain ibnNAm (625 plants/ha)
Common or yellow plum (98 trees/ha)
1 Square= 1 m


IRES
MÓDULO MARREG.
Establecimiento de bosques mediante
la regeneración natural asistida. 3 601,9 ha.
Fomentar bosques, mediante la regeneración natural asistida, con una alta biodiversidad de especies nativas en todos los estratos con mayor capacidad de adaptación y mitigación al cambio climático.
Establecimiento de bosques a través de la regeneración natural asistida en áreas infestadas de marabú.
Identificación y selección de árboles jóvenes y regeneración natural de especies de árboles nativos, manejo de la sucesión natural hacia un bosque natural, mediante tratamientos silvícolas y plantaciones de enriquecimiento o restauración de bosques.
Se utilizan más de 20 especies valiosas y nativas
Cadena de valor: Madera en bolo de diferentes surtidos, leña, miel, y servicios ambientales.
Regeneración Natural
Enriquecimiento


IRES
MÓDULO FRUAGR.
Sistema Agroforestal con árboles frutales
y cultivos agrícolas. 2 657,8 ha de ellas con riego 1 338 ha .
Fomentar el policultivo de frutales y cultivos agrícolas intercalados de alta demanda poblacional, con un uso más eficiente del agua (goteo), para ofrecer la seguridad alimentaria en las comunidades rurales.
Para ello, utilizará variedades cítricolas (56 árboles/ha) y mango u otras especies frutales y variedades (64 árboles/ha) en dependencia del suelo, el interés del campesino y asociado al desarrollo local, en combinación con la rotación de cultivos, que incluyen yuca, boniato, maíz, frijoles y otras especies de cercas vivas.
Cadena de valor: Frutas, cultivos varios, miel de abejas, y servicios ambientales.
Especies | Marco de plantación (m) | Número de planta / ha
Mango | 12 x 12 | 64
Cítrico | 6X24 | 12
Mandarina | 6,X24 | 24
Ciruela común o amarilla, almácigo | 4 m entre plantas | 256
Frijol
Boniato
Yuca
Maíz


IRES
MÓDULO MARFOM.
Establecimiento y manejo de plantaciones forestales polifuncionales
en zonas invadidas por marabú. 9 207 ha.
Establecer bosques multifuncionales mediante una combinación de especies forestales, donde predominan las nativas sobre las exóticas y se ofrecen importantes servicios ecosistémicos de los que podrán beneficiarse las comunidades rurales de su entorno.
Especies forestales a utilizar:
Pino macho (Pinus caribaea)
Baría (Cordia gerascanthus),
Biláguara (Colubrina arborescens)
Yarúa (Caesalpinea violacea)
Sopillo (Lysiloma bahamensis)
Especies frutales y de otros usos como:
Marañon (Anacardium occidentale)
Hicaco (Chrisobalanus icaco)
Mango (Mangifera indica)
Mamey de Santo Domingo (Mammea americana)
Leyenda
Yarua
Baría
Sopillo
Pino Macho
Bijaguara
Se utilizarán otras especies nativas o endémicas cubanas según el suelo, su ecología y estudios que lo demuestre.
La siembra en bloque responde: diversidad de especies para evitar plagas y enfermedad, evitar incendios
Cadena de valor: Madera en bolo de diferentes surtidos, leña, miel, y servicios ambientales.


IRES
MÓDULO SILSOM.
Sistemas silvopastoriles con árboles
de sombra. 14 921,7 ha
Se propone aumentar la resiliencia de las comunidades y los hogares al cambio climático mediante el establecimiento de prácticas silvopastoriles que mejoren los bajos rendimientos de la producción animal (leche y carne) de 3 l a 7 l /vaca/día y garanticen la generación de fuente estable de empleo. Alcanzar niveles adecuados de calidad de vida de personas y familias. El uso múltiple de la tierra, así como la presencia del componente arbóreo de especies como el (Samanea saman, algarrobo) (para finalmente dejar 50 arboles/ha aproximadamente) en los pastizales en la fase inicial, permite enfrentarse en mejores condiciones biofísicas y socio-físicas al cambio climático.
Samanea saman (algarrobo del país , 100 arboles * ha
Guazuma ulmifolia (guácima):
Bursera simaruba (semillero o indio desnudo en América Central) Spondias purpurea (ciruela común o amarilla):
Estrato herbáceo:
Brachiaria Brizantha (marandu)
Banco de forrajes de especies proteicas.
Morus sp. (Mora) Moringa oleifera (Moringacortos.
Banco de forrajes con especies energéticas: el 15 % del área total Saccharum officinarum
Cadena de valor:
Leche , carne, queso, cuero, miel de abejas, y servicios ambientales.


IRES
MÓDULO SILLEC.
Sistemas silvopastoriles con arbustivos de leguminosa.
7 834,5 ha.
Incrementar la producción de alimentos, mediante el establecimiento de prácticas silvopastoriles, mejorando la actividad ganadera, enfrentando el cambio climático y generando fuentes estables de empleo para el alcance de niveles adecuados de calidad de vida de las personas
Pasto base, gramínea de pastoreo: Urochloa brizantha, Pasto estrella Leguminosas de pastoreo: Arachis pintoi
Arboles para pastoreo:
Guazuma ulmifolia: sembradas a tres variantes: 8 x 5 = 250 plantas/ha ; 4 x 5= 500 plantas/ha y 2x5= 1000 plantas/ha
Plantas forrajeras : Saccharum officinarum
Árboles y arbustos proteicos (Trinchantera gigantea ,Cratylia argéntea, Moringa oleífera, , Morus alba).
Cercas vivas: Lysiloma bahamensis, Bursera simaruba ,Moringa oleífera, Samanea saman, Ateje blanco.
Cadena de Valor: Incremento de la producción de leche y carne: de 3 a 7 L/vaca/día y la ganancia a 7 L, carne de 200g/día/animal a 500g y queso, miel, y servicios ecosistémicos.
Barreras verdes: Baría, Ocuje, Dagame, Júcaro, Caimitillo, Marañón, Yamagua, Ateje blanco ,Mamey colorado, Pino macho ,Hicaco, Guácima, entre otras. Los marcos de plantación se ajustaran, según la especie seleccionada. La separación dependerá del grado de desarrollo de las especies utilizadas y de la porosidad que se desee. Por lo general, se utiliza entre 2-3 metros entre árboles y entre arbustos de 1-2 metros. No obstante se ajustarán los marcos de plantación según las especies, evitando espacios que permitan al aire entrar y formen corrientes turbulentas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de los sitios de intervención

Resultados Esperados y Acciones Realizadas

Intervenir 35 mil 734 hectáreas, de ellas afectada por marabú 28 mil 854,8 hectáreas (Tarea Vida, PSAN,ODS). Se crearon las UEBIST y la primer MiPymes Estatal con equipos para prestar servicios técnicos y preparación de tierra; erradicadas de marabú más de 8 300 ha y en implementación más de 9 200 ha. Beneficiar 3 mil 092 ha con riego por goteo (Tarea Vida, PSAN,ODS); ya con proyectos ejecutivos y en proceso de compra. Restaurar más de 20 mil ha para la ganadería (Tarea Vida, PSAN,ODS); en proceso de limpia y siembra de árboles.

Impactar a 156 formas productivas (CCS 63, CPA 23, UBPC 40, UEB 21, Granjas 6, IPA 2, INIVIT 1y Estación de pastos y forrajes 2 Tunas y Villa Clara, 7 Empresas Agroindustriales y 3 Empresas Agroforestales (Tarea Vida, PSAN,ODS); creada la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para el control de los avances de las formas productivas en 1242 parcelas. Incrementar el patrimonio forestal con siembra intercalada de granos, vianda, frutales y la producción de maderas (Tarea Vida, PSAN,ODS); producidas más de 2500 toneladas de alimentos, más 900 000 litros de leche y 350 t de carne. Beneficiar a más de 51 mil personas de forma directa y 240 mil de modo indirecto, de ellas 125 mil mujeres como parte de la estrategia de género (PAM, Tarea Vida, PSAN,ODS); hoy se benefician más de 19700 personas y de ellas el 35 % mujeres. Crear 17 escuelas de campo, capacitando a más de 15 mil 549 agricultores (PAM, Tarea Vida, PSAN,ODS); establecidas 18 aulas de campo, capacitadas más de 7000 personas más de 39 % mujeres. Incrementar la producción de posturas forestales, frutales y plantas proteicas a partir del montaje de siete viveros de alta tecnología de tubetes (PAM, Tarea Vida, PSAN,ODS); en montaje 3 viveros de alta tecnología. Mejorar los servicios ambientales como: la captura de carbono, la disminución de plagas, incremento de la biodiversidad, corredores biológicos, conservación de suelo e incremento de la calidad de las aguas subterráneas y superficiales (Tarea Vida, PSAN,ODS); se observa ya un incremento de la biodiversidad. Es necesario crear un fondo de resiliencia del paisaje (PAM, Tarea Vida, PSAN,ODS); Propuesta del Fondo de Resilencia del Paisaje. Se necesita un estudio hidrológico por la Agencia GAMMA del CITMA, que permite determinar la existencia de agua subterránea que es posible utilizar para el riego por goteo.

Gran parte de los territorios agrícolas de los 7 municipios se vieron sensiblemente afectados por el cambio de uso de la tierra, al disminuir o eliminarse drásticamente la industria azucarera, la agricultura cañera y, por tanto, el soporte económico e histórico-cultural, provocando la desaparición de empleos tradicionales, el abandono y deterioro de la infraestructura hidráulica, del transporte ferroviario y la pérdida en general de la calidad de vida de los pobladores. (Informe Gamma, 2022).

Los 6 Módulos pre establecidos por el Proyecto

En el caso de los Módulos Silvopastoriles constituyen el 70 % con más de 20 000 ha, de las 35 000 ha en total a implementar. Ya desde el 2008 en el trabajo, Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles, de Febles. G Ruiz del ICA se trabaja en estudiar árboles y arbustos para la alimentación del ganado, Se valora la esencia de la evaluación y de su ubicación no absoluta en la cadena productiva de los árboles y arbustos, Febles, G. y Ruiz, T. E. ICA, 2008

Los SSP brindan una alta disponibilidad de biomasa comestible, superior a 30 t de MS/ha/año, de la cual el pasto representa el 75-90 % y el follaje de la arbórea el 10-25 % (Colectivo Autores Indio Hatuey)

En la implementación del proyecto se observa mejorías de producción y ambientales en los sitios ya con resultados como pronostica el profesor Chara; La mayor demanda de alimentos de origen animal se debe suplir, en gran medida, por los sistemas de producción animal de los países tropicales, ya que tienen las mejores condiciones para aumentar de forma significativa la producción de alimentos, a partir de su capacidad para generar biomasa (Chará *et al.*, 2015).

Ya se observa en los sitios implementados incrementos en servicios ecosistémicos y en los paisajes agrícolas lo que ratifica hoy ante el cambio climático la siguiente cita; Por consiguiente, la conversión de las granjas ganaderas convencionales en SSP permite recuperar la diversidad biológica y mantener la integridad de varios procesos ecológicos que son esenciales para el funcionamiento de las áreas que se usan para la ganadería, lo cual trae consigo no solo beneficios ambientales, sino también el incremento de la productividad y los retornos financieros para los granjeros (Murgueitio *et al.*, 2009).

Sin dudas los profesores e investigadores nombrados y muchos que han realizado investigaciones sobre los SSP coinciden y aciertan en la necesidad de la implementación de estos sistemas ganaderos ante el cambio climático, y la necesidad de seguir investigando en esta dirección.

CONCLUSIONES

Recomendamos la implementación de estos módulos, en especial las 20 000 ha de sistemas silvopastoriles, logrando mayor resiliencia ante el cambio climático. Incremento de las producciones y mayor diversidad, en una misma área en sistemas silvopastoriles y agroforestales. Mayores ingresos y empleo para la familia y mujeres, comunidad. Manejo sostenible del suelo, agua y bosque. Mayor bienestar animal, biodiversidad y la conectividad. Ejemplo de sostenibilidad del paisaje agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

Colectivo de autores. 2017. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey - Universidad de Matanzas. Ministerio de Educación Superior. Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.

Gaceta Oficial Extraordinaria No 43. 2012. Decreto Ley 300, Entrega de Tierras Estatales Ociosas en Usufructo.

Decreto Presidencial 198-2021. 2022. Programa de Adelanto de la Mujer Objetivo de Desarrollo Sostenible, Estudio Hidrológico para el Proyecto IRES, Gamma.

Feble, G. y Ruiz. G.T. 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles; ICA.

FAO 2018. Informe sobre "Adaptación y vulnerabilidad de referencia para la implementación del proyecto.

Ley de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional, 2022.

Álvarez y Mercadet. 2012. Medidas para la adaptación y mitigación del cambio climático en la Empresa Integral de Baracoa, Tesis Doctoral.

Murgueitio, E, Barahona, R, Chará, J. D, Flores, M. X, Mauricio, R.M, & Molina, J. J. 2015. The intensive silvopastoral systems in Latin America sustainable alternative to face climatic change in animal husbandry. Cuban

Murgueitio, E.; Barahona, R.; Chará, J. D.; Flores, M. X.; Mauricio, R. M. & Molina, J. J. 2015. Los Sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina alternativa sostenible para enfrentar el cambio climático en la ganadería. Memorias. V Congreso de producción animal tropical. La Habana, Cuba.,

Objetivo de Desarrollo Sostenible, enero del 2016.

Programa de enfrentamiento al cambio climático en la República de Cuba, Tarea Vida, abril 2017.

Álvarez, 2011. Segunda Comunicación Nacional Cubana a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre CC.

Sistemas Agroforestales en Cuba (Colectivo de autores, INAF)

Chará, J.; Murgueitio, E.; Uribe, F. & Montoya, S. 2015. Carne sostenible con bienestar animal. Sistemas de carne. Cali, Colombia: Fundación CIPAV.

INTERJOVEN

COLONIZACIÓN DE SARM Y EC-R-C3G EN EQUINOS DE LA UEB ESCALERAS DE JARUCO

COLONIZATION OF MRSA AND THIRD-GENERATION CEPHALOSPORIN-RESISTANT ESCHERICHIA COLI (EC-R-C3G) IN HORSES FROM UEB ESCALERAS DE JARUCO

Melissa González Cantillo[1*], Michel Báez Arias [1], Saray Alvarez Maqueira [2], Doribel Peña Piña [3] y Rosa Elena Hernández Fillor [1]

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.*

[2] *Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso rodríguez Pérez" (UNAH), Cuba.*

[3] *UEB Escaleras de Jaruco, Flora y Fauna, Cuba.*

[*]*Autor para correspondencia: melissa2001glez@gmail.com*

RESUMEN

Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM) y *Escherichia coli* resistente a cefalosporinas de tercera generación (*Ec*-R-C3G) se consideran a nivel mundial bacterias de interés para la vigilancia de la resistencia antimicrobiana (RAM) bajo el enfoque Una Salud. El objetivo del estudio es determinar la presencia de SARM y *Ec*-R-C3G en equinos de la UEB Escaleras de Jaruco y sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos. Se tomaron hisopados nasales para el aislamiento de SARM e hisopados rectales para detectar *Ec*-R-C3G en 108 animales. Las muestras se cultivaron en medios selectivos. La identificación se realizó mediante pruebas bioquímicas para *Ec*-R-C3G y aglutinación en latex para SARM. La susceptibilidad *in vitro* a los antimicrobianos se determinó por el método de difusión en agar con discos. Se identificaron 14(13%) aislados de *Ec*-R-C3G y 20(18.51%) aislados de SARM a partir de las muestras tomadas. Los aislados de *Ec*-R-C3G mostraron valores de resistencia entre el 7 y 28% para antimicrobianos no betalactámicos, excepto azitromicina para la cual se detectó 100% de resistencia. El fenotipo de resistencia más común entre los aislados de *Ec*-R-C3G fue AZM15/CRO5. Los aislados de SARM mostraron valores de resistencia entre el 5 y 10% para ciprofloxacina y doxiciclina, valores medios entre 20 y 45% para sulfametoxazol, gentamicina, cloranfenicol y un 95% a clindamicina, siendo CD2/FOX30/EFT30 el fenotipo de resistencia más común. La presencia de SARM y *Ec*-R-C3G multirresistentes en equinos indica la necesidad de incluir a este grupo de animales en la vigilancia de la RAM en Cuba.

Palabras clave: resistencia antimicrobiana, equina, bacterias.

ABSTRACT

Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) and third-generation cephalosporin-resistant Escherichia coli (Ec-R-C3G) are considered worldwide as bacteria of interest for antimicrobial resistance (AMR) surveillance under the One Health approach. The objective of the study is to

determine the presence of MRSA and Ec-R-C3G in horses from the UEB Escaleras de Jaruco and their antimicrobial resistance profiles. Nasal swabs were taken for the isolation of MRSA and rectal swabs to detect Ec-R-C3G in 108 animals. The samples were cultured in selective media. Identification was carried out by biochemical tests for Ec-R-C3G and latex agglutination for MRSA. In vitro susceptibility to antimicrobials was determined by the agar disk diffusion method. Fourteen (13%) isolates of Ec-R-C3G and twenty (18.51%) isolates of MRSA were identified from the samples taken. The Ec-R-C3G isolates showed resistance values between 7 and 28% for non-beta-lactam antimicrobials, except for azithromycin for which 100% resistance was detected. The most common resistance phenotype among Ec-R-C3G isolates was AZM15/CRO5. The MRSA isolates showed resistance values between 5 and 10% for ciprofloxacin and doxycycline, medium values between 20 and 45% for sulfamethoxazole, gentamicin, chloramphenicol, and 95% to clindamycin, with CD2/FOX30/EFT30 being the most common resistance phenotype. The presence of multidrug-resistant MRSA and Ec-R-C3G in horses indicates the need to include this group of animals in AMR surveillance in Cuba

Key words: antimicrobial resistance, equine, bacteria.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el tratamiento de las enfermedades infecciosas constituye un verdadero reto en todo el mundo por la emergencia de bacterias resistentes a múltiples antimicrobianos (Puig *et al.*, 2011). Dos de las bacterias que comúnmente presentan dicha característica son *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus.*

Múltiples trabajos destacan el impacto de la resistencia bacteriana en la salud humana y su vinculación con aislamientos de procedencia animal. (Puig *et al*., 2011). La resistencia de *Escherichia coli* en equinos ha sido ampliamente reportada en la literatura científica. En estudios llevados a cabo en Venezuela se ha encontrado que *Pasteurella aeruginosa* y *Escherichia coli* son las bacterias más resistentes en caballos (Morales *et al*., 2010). Por otro lado, tenemos que *Staphylococcus aureus* es de difícil tratamiento y es capaz de colonizar e invadir las células de su hospedero, lo cual es posible debido a su fisiopatología, donde se encuentran mecanismos de resistencia como la formación de biopelícula las cuales crean una matriz extracelular conformada principalmente por proteínas, poli actualmente conocido como sacáridos y ácidos nucleicos. La formación de esta matriz causa que la interacción de los antibióticos con las bacterias no se dé de manera adecuada generando fallas en los tratamientos (Pasachova *et al*., 2019). En correspondencia con ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional de Epizootias (OIE), aprueban directrices dirigidas a promover el uso moderado de estos medicamentos.

En Cuba, desde 1998, mediante el Programa Nacional de Medicamentos se desarrollan estrategias para promover la prescripción y el uso racional de los antimicrobianos La resistencia antibiótica es la capacidad de un microorganismo para resistir los efectos de un antibiótico. Tener conocimiento sobre el grado de resistencia antimicrobiana que ejercen dos de las bacterias más comunes en la especie equina nos va a ayudar a tomar las decisiones correctas en cuanto a tratamientos a seguir, medicamentos a utilizar y plan de medidas. De este modo estaremos encaminados a reducir las posibles resistencias desarrolladas por dichas bacterias.

Objetivo: Determinar la presencia de SARM y *Ec*-R-C3G en equinos de la UEB Escaleras de Jaruco y sus perfiles de resistencia a los antimicrobianos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la recría equina UEB Escaleras de Jaruco, perteneciente a la empresa Flora y Fauna, situada en la provincia de Mayabeque, municipio Jaruco.

Diseño del Estudio

Se realizó un estudio descriptivo observacional de tipo transversal para estimar la prevalencia puntual de SARM y *E. coli* productoras de BLEEs en equinos con estado de salud satisfactorio, durante los meses de febrero a mayo del año 2024. Se recolectaron muestras utilizando hisopos estériles, nasales para *Staphylococcus aureus* y rectales para *Escherichia coli* a una cantidad representativa de animales. Las mismas fueron llevadas y procesadas al laboratorio de bacteriología animal, del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria CENSA.

Toma de muestras

Se tomaron muestras a las diferentes categorías animales (ponis, potranca, crías, yeguas, caballos de trabajo). Se recogió un hisopado nasal y otro rectal por cada animal y se introdujo de manera individual en medio de transporte Cary Blair para su conservación a 4º C hasta su traslado al laboratorio.

Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra (n=108) se estimó mediante el uso de la tabla descrita por (OIE, 2016b) para lo cual se consideró una precisión de 5%, nivel de confianza 90% y una prevalencia del 10% según datos de estudios anteriores en diferentes especies animales (Báez *et al*., 2017; Báez *et al*., 2020; Hernández *et al*., 2021).

Un total de 108 exudados rectales y nasales se colectaron en cuatro días diferentes. La distribución según las categorías animal potranca (n= 17), crías (n= 37), ponis (n= 30), yeguas (n= 16) y caballos de trabajo (n=8).

Aislamiento e identificación de muestras

Una vez trasladadas las muestras al laboratorio de bacteriología del CENSA, se inocularon en medios de enriquecimiento y se incubaron a 37oC por 16-24h. Posteriormente fueron cultivadas en medios selectivos suplementados con antibióticos. Su identificación se realizó mediante pruebas bioquímicas convencionales y la prueba de aglutinación con látex.

Conservación de los aislados

Los aislados identificados se conservaron a partir de cultivos de 5 mL en medio caldo cerebro corazón de 24 horas de incubación y se añadió 5 mL de este medio suplementado con glicerol al 40%, se distribuyó en alícuotas de 0,5mL en criotubos para su conservación a la temperatura -20°C.

Susceptibilidad antimicrobiana

La susceptibilidad *in vitro* a los antimicrobianos se determinó por el método de difusión en agar con discos utilizando aproximadamente ocho familias diferentes de antibióticos. Para los aislados de *Ec*-R-C3G se utilizó cloranfenicol, azitromicina, doxiciclina, ceftrixona, ciprofloxacina, sulfametoxazol+trimetoprima, gentamicina y para los aislados de SARM clindamicina, ciprofloxacina, cefoxitina, gentamicina, cloranfenicol, sulfametoxazol, ceftiofur, doxiciclina.

Procesamiento de los datos y análisis estadísticos

Los datos se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para la creación de figuras y tablas descriptivas. Se realizó un análisis de comparación de proporciones mediante el uso del programa Compapro win versión 2.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de los 108 exudados nasales el 18,51% (20) aislados resultaron positivos a Staphylococcus aureus resistente a meticilina, los cuales crecieron en los medios selectivos suplementados con cefoxitina y mostraron colonias sugerentes del género *Staphylococcus*. Estas resultaron positivas a la prueba de aglutinación con Latex. Por otra parte, de 108 exudados rectales, se pudo recobrar un 13% (14) de aislados de *Escherichia coli* resistente a cefalosporinas de tercera generación, los cuales crecieron en presencia de cefotaxima y se identificaron por pruebas bioquímicas. Ningún aislado creció en medio suplementado con meropenem.

De manera general se plantea que aproximadamente el 10% de las cavidades nasales de caballos sanos portan SARM y suele ser mayor en animales hospitalizados o enfermos (Khairullah *et al*., 2022). Los resultados del presente estudio están por encima de lo anteriormente expuesto y de los datos reportados por Kaspar *et al*., 2019 quienes reportaron un 4% (9) de *E. coli* productoras de BLEEs y un 0,9% (2) de aislados de SARM procedentes de animales no hospitalizados en Alemania. En este mismo sentido de Lagarde reportó un 7,3% de prevalencia de *E. coli* productora de BLEEs en caballos en Canadá. Sin embargo, se conoce que los porcentajes de prevalencia de esos microorganismos en caballos varían en dependencia de las regiones geográficas, en algunas de ellas, puede llegar hasta un 50% (Weese *et al*., 2005; Yiğin *et al*., 2021). A pesar que la colonización por SARM en equinos está bien documentada hay reportes que describen que esta se comporta de manera transitoria en esta especie animal (Khairullah *et al.*, 2022).

Los aislados de muestras rectales en equinos clasificados como *Escherichia coli* resistente a cefalosporinas de tercera generación por su capacidad de crecer en el medio suplementado con cefotaxima e identificados por pruebas bioquímicas se le determinó su susceptibilidad ante 7 antimicrobianos de diferentes clases por el método de agar difusión con discos.

Se presentaron valores de resistencia entre 7 y 28% para antimicrobianos no betalactámicos como cloranfenicol; doxiciclina; ciprofloxacina; sulfametoxazol+trimetoprima; gentamicina. En un estudio retrospectivo observacional llevado a cabo en Francia entre los años 2012 y 2016 se recogieron los resultados de los antibiogramas realizados a muestras equinas y reportaron una proporción de resistencia de un 26,2% ante Trimethoprim-Sulfamethoxazole en *E. coli* (Bourély *et al*., 2019). Este resultado está por encima del de la presente investigación donde se observó un 7% de resistencia para este antibiótico.

En cuanto a los patrones de resistencia de los aislados de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina obtenidos de muestras nasales, estos se evaluaron frente a ocho antimicrobianos de siete clases diferentes.

Se observaron valores bajos 5 y 10% de resistencia para ciprofloxacina y doxiciclina respectivamente, valores medios entre 20, 40 y 45% para sulfametoxazol, gentamicina y cloranfenicol en ese mismo orden. Estos resultados coinciden con lo descrito por Schoster, (2019) quienes plantean que es común encontrar resistencia a antimicrobianos como las sulfonamidas y la gentamicina y recomiendan como alternativas terapéuticas el uso de amikacina, cloranfenicol y fluoroquinolonas sin embargo al igual que en este estudio esto debe basarse en los resultados de las pruebas de susceptibilidad. Se encontró altos porcentajes de cepas resistentes a los betalactámicos y clindamicina lo cual también ha sido reportado en cepas multirresistentes aislados en equinos en Malasia (Zunita *et al*., 2008).

CONCLUSIONES

El hallazgo en Cuba de aislados de *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y de *Escherichia coli* resistente a cefalosporinas de tercera generación en equinos es de gran importancia para la salud pública y veterinaria e indica la necesidad de tomar las medidas adecuadas para limitar su diseminación. Los aislados de *Escherichia coli* resistentes a cefalosporinas de tercera generación y *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina también mostraron resistencia a otras clases de antimicrobianos no betalactámicos de importancia clínica en humanos y en medicina veterinaria por lo que se requiere de la implementación de pruebas de susceptibilidad para un uso adecuado de estos fármacos.

BIBLIOGRAFÍA

Báez, M. 2022. Epidemiología molecular de Staphylococcus aureus resistente a meticilina en cerdos de matadero y de Escherichia coli resistente a cefalosporinas de tercera generación en gallinas de granjas, de Cuba. Tesis de Doctorado. Mayabeque, Cuba, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.

Bourély, C., Cazeau, G., Jarrige, N., Jouy, E., Haenni, M., Lupo, A., Madec, J.-Y., Leblond, A. & Gay, E. J. F. I. M. 2019. Co-resistance to amoxicillin and tetracycline as an indicator of multidrug resistance in Escherichia coli isolates from animals. 10, 2288.

Espinosa-Castaño, I., Báez-Arias, M., Hernández-Fillor, R. E., López-Dorta, Y., Lobo-Rivero, E. & Corona-González, B. 2019. Antimicrobial resistance in bacteria from animals, challenges for their contention from laboratory.

Kaspar, U., Von-Lützau, K., Schlattmann, A., Rösler, U., Köck, R. & Becker, K. J. O. H. 2019. Zoonotic multidrug-resistant microorganisms among non-hospitalized horses from Germany. 7, 100091.

Khairullah, A. R., Sudjarwo, S. A., Effendi, M. H., Ramandinianto, S. C., Widodo, A. & Riwu, K. H. P. J. V. W. 2022. A review of horses as a source of spreading livestock-associated methicillinresistant Staphylococcus aureus to human health. 15, 1906.

Morales, A., García, F., Rossini, M., Morales, M., Coronado, R., Latouche, O., Leal, L. & Lopéz, P. 2010. Múltiple Resistencia Antibacterial En Aislados De Equinos Pura Sangre De Carreras En El Hipódromo La Rinconada, Caracas, Venezuela. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú RIVEP [en línea], 21 (2). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371838853007>

Pasachova, J., Ramírez, S. & Muñoz, L. 2019. Staphylococcus aureus: generalidades, mecanismos de patogenicidad y colonización celular. Revista Nova [en línea], 17 (32). Disponible en: <revistanova@unicolmayor.edu.co >

Puig, Y., Espino, M. & Leyva, V. 2011. Resistencia antimicrobiana en Salmonella y E. coli aisladas de alimentos: revisión de la literatura. *Panorama Cuba y Salud* [en línea], 6 (1). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477348944006>

Schoster, A. 2019. Multidrug resistant bacteria in equine medicine.

Weese, J. S., Archambault, M., Willey, B., Dick, H., Hearn, P., Kreiswirth, B., Said-Salim, B., Mcgeer, A., Likhoshvay, Y. &Prescott, J. J. E. I. D. 2005. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in horses and horse personnel, 2000–2002. 11, 430.

Yiğin, A. J. J. O. E. V. S. 2021. Antimicrobial resistance and extendedspectrum beta-lactamase (ESBL) genes in E. coli isolated from equine fecal samples in Turkey. 101, 103461.

Zunita, Z., Bashir, A. & Hafizal, A. J. V. W. 2008. Occurrence of Multidrug Resistant Staphylococcus aureus in horses in Malaysia. 1, 165.

INTERJOVEN

EVALUACIÓN DE LA SALUD PARASITOLÓGICA EN CERDAS DE LA UEB "CRÍA AGÜICA" PARA LA PRODUCCIÓN DE SURFACEN®

EVALUATION OF PARSITOLOGICAL HEALTH IN SOWS AT UEB "CRÍA AGÜICA" FOR SURFACEN® PRODUCTION

Ysmel Alejandro Linares-González[1*], Teresa Meireles-Rodríguez[2] y Maylin González-Navarrete[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Cuba.*

[2]*Universidad Agraria de La Habana (UNAH) "Fructuoso Rodríguez Pérez", Cuba.*

**Autor por correspondencia: ysmelalejandro@gmail.com*

RESUMEN

Con el propósito de entregar pulmones sanos de cerditos de preceba para la obtención del Surfacen®, es necesario garantizarles un correcto crecimiento y desarrollo a las crías hasta el destete, para lograrlo, a la reproductora, se le debe garantizar un buen manejo, higiene, alimentación y tratamiento profiláctico. Por lo que el siguiente trabajo tiene como objetivo caracterizar de forma integral a la UEB "Cría Agüica" del municipio de Colón, cuyo propósito es la crianza, reproducción y obtención de cerdos jóvenes, para la elaboración del Surfacen®. Mediante el diagnóstico de los parásitos gastrointestinales que afectan a las cerdas pre y posparto y la determinación de los indicadores parasitológicos de prevalencia e intensidad, se pudo conocer la situación parasitaria de estas con una prevalencia inicial del 100%, además de evaluar parámetros en las madres como paridad y su influencia en el desarrollo de la camada, con valores de peso al nacer (1.26 kg) y peso al destete (4.68 kg) por debajo de los requerimientos productivos. Las crías durante la lactancia no ganan el peso suficiente para entre los 25-30 días de nacidos, alcanzar el peso requerido al destete (6-7 kg) debido a la alimentación deficiente, a la elevada infección parasitaria de las madres, problemas en la bioseguridad y deterioro de las instalaciones. Los análisis fueron realizados en el programa estadístico Statgraphics versión 5.1. Los resultados se representaron en tablas y figuras, para su mejor análisis y comprensión.

Palabras clave: Surfacen®, crías, cerdas, prevalencia.

ABSTRACT

In order to deliver healthy lungs of pre-fattening piglets for obtaining Surfacen®, it is necessary to guarantee a correct growth and development of the offspring until weaning, To achieve this, the breeding stock must be guaranteed good management, hygiene, feeding and prophylactic treatment. Therefore, the following work aims to comprehensively characterize the UEB "Cría Agüica" of the municipality of Colón, whose purpose is the breeding, reproduction and obtaining of young pigs, for the elaboration of Surfacen®. By diagnosing gastrointestinal parasites that affect pre and postpartum sows and determining parasitological indicators of prevalence and intensity, it was possible to know the parasitic situation of these with an initial prevalence of 100%, in addition to evaluating parameters in mothers such as parity and its influence on the development of the litter, with birth weight (1.26 kg) and weaning weight (4.68 kg) below production requirements. The offspring during lactation do not gain enough weight to reach the

required weaning weight (6-7 kg) between 25-30 days after birth due to poor nutrition, high parasitic infection in mothers, biosecurity problems and deterioration of the facilities. The analyzes were carried out in the Statgraphics statistical program version 5.1. The results were presented in tables and figures for better analysis and understanding.

Keywords: Surfacen®, offspring, sows, prevalence.

INTRODUCCIÓN

La industria porcina en el mundo tiene una importante participación en la economía, es una de las principales actividades económicas del subsector pecuario (Córdova, 2020). Carretero *et al*. (2016) refieren que el cerdo es aprovechado al máximo, con un rendimiento en canal que llega a 70% de media, sin cabeza, riñones ni grasa abdominal, superando al rendimiento vacuno y de otras especies de mamíferos.

El Surfacen®, es un surfactante exógeno natural de origen porcino, que se produce en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), el cual se ha utilizado de manera habitual desde 1990 en Cuba para tratar el síndrome de dificultad respiratoria (SDR) del recién nacido y adultos humanos, y se ha demostrado su eficacia, seguridad y efectividad en diferentes ensayos clínicos (Morilla, 2015).

Manzanares *et al.* (1997) refieren que el Surfacen® es obtenido del lavado pulmonar de cerdos sacrificados, el cual es sometido a un proceso de centrifugación, extracción y precipitación con acetona. La Empresa Porcina UEB "Cría Agüica" tiene como objetivo productivo la obtención de cerditos sanos y uniformes en la etapa de preceba con 22 kg de peso vivo que son enviados al CENSA para la extracción de sus pulmones y elaboración del Surfacen® producto que se emplea en el tratamiento del síndrome de distress respiratorio de neonatos y adultos; siendo además una fuente de ingresos para nuestro país mediante su exportación.

Objetivo: Evaluar el impacto de la desparasitación materna y su repercusión en las crías de la UEB "Cría Agüica" del municipio de Colón, cuyo propósito es la crianza, reproducción y obtención de cerdos jóvenes, para la elaboración del Surfacen®.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

La presente investigación se realizó en la Empresa Porcina UEB Cría Agüica del municipio de Colón, en la provincia de Matanzas. Se tomaron muestras de heces fecales directamente del recto de 20 cerdas preparto de la línea genética F1 (Yor-land), para ser analizadas en el laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana.

Caracterización de la unidad

La unidad porcina UEB Cría ‘‘Agüica’’ limita al norte con la presa "Agüica", al sur con las áreas de siembra de la UBPC "Moya", al este con el Batey Agüica a 500 metros y el centro penitenciario del mismo nombre, y al oeste con el poblado de "Los Álvarez ". Además, a menos de 500 metros se encuentra la carretera central "Máximo Gómez". Desde el punto de vista

epidemiológico se localiza en el cuadrante 431-211-117. Según lo descrito en el Sitio Argentino de Producción Animal (2020), esta ubicación no es correcta porque las granjas de explotación deben construirse a más de 5 km de centros poblados, de carreteras de mucho tráfico y de otras unidades de explotación porcina o pecuaria.

Procedimiento experimental

Esta investigación se realizó en el período de abril a mayo de 2025, con una duración de 30 días. Se tomaron las medidas del largo del cuerpo y perímetro torácico de las cerdas con ayuda de una cintra métrica para calcular el peso vivo promedio utilizando la fórmula descrita por Romero (2024) en la aplicación Medivet, con el objetivo de calcular la dosis del antiparasitario a aplicar. Se desparasitaron a 10 cerdas con Labiomec® con una dosis de 1,5 mg/5 kg (0,15 ml/5 kg de peso corporal) y se mantuvieron a otras 10 sin desparasitar para comprobar la necesidad del tratamiento antes de entrar y al salir de la Sala de Maternidad y determinar la influencia de la intensidad de infección en el desarrollo y salud de la camada; 20 días después de paridas, se repitió el muestreo a las 20 cerdas en estudio.

Para evaluar la influencia de los parásitos gastrointestinales de la hembra gestante en la salud de la camada se recogieron en el caso de la hembra los datos con relación a la paridad. En las crías se midió la ganancia media diaria (GMD) y la tasa de supervivencia.

La GMD se determinó a partir de las diferencias entre el peso al nacimiento y el peso al destete de las crías, para la cual se utilizó la formula siguiente:

$$GMD=\frac{PD-PN}{DL}$$

Leyenda: peso al destete (PD), peso al nacimiento (PN) y duración de la lactancia (DL).

Para diagnosticar las formas de dispersión y determinar los indicadores parasitológicos prevalencia o extensidad y la intensidad de infección hpg (huevos por gramo de heces fecales) y opg (ooquistes por gramo de heces fecales) de parásitos gastrointestinales en las cerdas, se utilizaron las cámaras de Mc Master y se empleó la técnica de Gordon y Whitlock, modificada (Ueno y Gonçalvez, 1998).

Indicadores parasitológicos:

$$Prevalencia=\frac{Animales\ positivos}{Animales\ muestreados}*100$$

En el caso de la Intensidad de Infección se calculó a partir del valor del hpg.

La intensidad de infección (I.I.) se clasificó teniendo en cuenta lo planteado por Kut *et al*. (2013), donde se plantea que los resultados de los análisis coprológicos dictaminan una intensidad parasitaria leve cuando el hpg es ≤150, moderada de 150-500 y alta cuando está por encima de este valor.

Se determinó la efectividad del antiparasitario a través de la siguiente fórmula:

HPG Inicial - HPG Final /HPG Inicial *100%

Se calculó el porciento de reducción de huevos de estrongílidos en las 10 cerdas tratadas utilizando la siguiente fórmula:

HPG inicial-HPG final*100/HPG inicial

Materiales

Guantes, colador, solución salina concentrada, cámara de McMaster, goteros, morteros o vasos desechables, balanza, microscopio marca Novel, cinta métrica, termo refrigerado, pesa digital de 50kg.

Análisis estadístico

Los datos se tabularon en el programa Microsoft Office Excel 2016. Se determinaron los estadígrafos de tendencia central (Media, Mínimo, Máximo y Rango) y de dispersión (CV%) de los valores del peso al nacimiento (PN), peso al destete (PD), pesos semanales, ganancia media diaria (GMD), tamaño de la camada al nacimiento y al destete. Se realizó un análisis de Varianza simple (ANOVA) entre los valores de tamaño de la camada al nacimiento y al destete. Para establecer la relación entre paridad y peso al nacimiento se realizó una regresión lineal simple donde se determinó como variable dependiente el peso al nacimiento y como variable independiente la paridad. Para efectos del estudio se consideró un nivel de confianza del 95%. Todos estos análisis fueron realizados en el programa estadístico Statgraphics versión 5.1. Los resultados se representaron en tablas y gráficos, para su mejor análisis y comprensión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Baranenko *et al.* (2009), obtuvieron los valores de mayor prevalencia para la infección por ooquistes de coccidias en instalaciones de Macaray, Venezuela con un total de 64 cerdas, similares resultados fueron reportados por Zumbado *et al.* (2009) quienes constataron que, de los parásitos gastrointestinales identificados en nueve granjas porcinas en Costa Rica, las coccidias fueron las de mayor prevalencia con un 98,2% mientras que los estrongílidos tuvieron solo un 0,5%. Estos resultados difieren de los obtenidos en la presente investigación.

Tabla 1. Prevalencia e Intensidad de Infección (hpg) de estrongílidos y ooquistes de coccidias (opg) en cerdas pre y posparto

Intensidad de infección de estrongílidos (hpg) y ooquistes de coccidias (opg)					
Número de animales	**Primer muestreo**		**Segundo muestreo**		**% de reducción de huevos (%)**
	estrongílidos	coccidias	estrongílidos	coccidias	
1	1950	NSO	50	NSO	**95.24**
2	50	NSO	NSO	NSO	
3	2450	NSO	150	NSO	
4	1050	NSO	NSO	50	

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

5	1000	NSO	NSO	NSO
6	1050	NSO	100	NSO
7	800	NSO	NSO	50
8	800	NSO	NSO	NSO
9	150	NSO	150	1000
10	150	NSO	NSO	NSO

Los resultados obtenidos por Arece *et al.* (2002) demostraron que los conteos fecales de huevos de nematodos gastrointestinales de diferentes especies después de la aplicación del tratamiento antiparasitario con Labiomec® se redujeron considerablemente al verificar una reducción del conteo fecal de huevos (RCFH), demostrándose su alta efectivad.

Tabla 2. Estadígrafos de los pesos de las crías desde el nacimiento hasta el destete y la ganancia media diaria (GMD)

Estadígrafos	Peso al nacimiento (kg)	Peso 1era visita	Peso 2da visita	Peso al destete (kg)	GMD (g/día)
Promedio	1.26	2.24	3.53	4.68	114
Mínimo	1.1	1.2	2.48	3.22	70
Máximo	1.5	3.46	4.7	7.18	189
Rango	0.4	2.26	2.22	3.96	119
CV(%)	9.30	28.6	16.48	19.02	25.33

García, Villa y Hurtado (2019) refieren que valores de ganancia en peso por debajo de 150 a 200 g/día son perjudiciales para la viabilidad de la camada. En estos resultados pudieran estar influyendo los altos valores de intensidad de infección de parásitos gastrointestinales de las cerdas preparto y la incorrecta alimentación de las mismas lo que trae como consecuencia una disminución de la producción de leche.

Becker *et al.* (2022) consideran que con la suplementación de aminoácidos sintéticos mejora significativamente el crecimiento alcanzando una GMD promedio de 580 g/día durante las primeras 4 semanas post-destete.

CONCLUSIONES

En la UEB Cría Agüica la intensidad de infección de parásitos gastrointestinales y la elevada paridad de las cerdas afecta la viabilidad de la camada, con parámetros zootécnicos como el peso al nacer y peso al destete por debajo de lo requerido. En la unidad se aplica tratamiento antiparasitario sin el diagnóstico coprológico de los animales y lo emplean en las cerdas al entrar a la sala de maternidad y al salir, creando resistencia antiparasitaria con la segunda administración. No se le garantiza alimento de calidad a las reproductoras; llegando a la maternidad con una condición corporal 2-3, repercutiendo en el bajo peso de las crías al nacer y el desarrollo de las mismas hasta el destete y posterior a este; debido a la disminución de la producción de leche.

BIBLIOGRAFÍA

Arace, J., López, Y., González, R. & Torres, G. 2014. Evaluation of strategic and selective anthelmintic treatments. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias,* 27 (4), 273-281.

Baranenko, J. A., Quijada, J., González, C., Araque, H., Vivas, I., Pérez, A., Bethencourt, A. & Moissant, E. 2009. Prevalencia de ecto y endoparásitos en cerdas gestantes y lactantes bajo cuatro sistemas de producción. Zootecnia Tropical, 27 (3), 335-340.

Becker, L., Derouchey, J. M., Woodworth, J. C., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Vidal, A., Gougoulias, C. & Gebhardt, J. T. 2022. Evaluation of dietary mycotoxin control strategies on nursery pig growth performance and blood measures. Translational Animal Science, 6, 1-11.

Carretero, C., Parés D., Saguer, E. & Toldrá, M. 2016. Aprovechamiento de subproductos porcinos. Disponible en: http://www.3tres3.com/latam/articulos/aprovechamiento-de-subproductos-porcinos_11745/

Córdova, A. 2020. Importancia económica de la porcicultura [en línea]. México. Disponible en: http://bmeditores.mx/porcicultura/importancia-economica-de-la-porcicultura/

FDA. 2024. Antiparasitic resistance [en línea]. USA. Disponible en: <https://www.fda.gov/animal-veterinary/safety-health/resistencia-antiparasitaria>

Figueroa, J. A., Jasso, C., Liébano, E., Martínez, P., Rodríguez, R. I. & Zarate, J. J. 2015. Examen Coproparasitoscópico. En: Rodríguez, R. I. Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. México, AMPAVE-CONASA.

García, M. J., Villa, R. & Hurtado, J. 2019. Evaluación del aumento de peso en lechones durante la lactancia en parideras tecnificadas y tradicionales. Ciencia y Agricultura, 16 (3), 7-16.

Kut, R. J., Trejo, W., Aguilar, A. J., Belmar, R. & Castillo, J. B. 2013. Parasitismo gastrointestinal en el cerdo pelón mexicano. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 6, 17-23.

López, O., Pérez, J. M., García, A., Leal, M., Diéguez, F., Sosa, R., Acosta, M., Cervantes, A., Cárdenas, A., Mendoza, M., Arias, T. & Perdigón, R. 2001. Manual de Crianza Porcina. La Habana. pp. 1-88.

Manzanares, D., Fernández, R., Moreno, O., Torres, O. & Colomé, H. 1997. Surfacen: Un surfactante natural para el tratamiento del síndrome de distress respiratorio neonatal. Cuba. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=Soo34-75311997000100001

Morilla, A. A. 2015. Surfacen®, un surfactante exógeno natural cubano. Cuba. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312015000300001

Romero, P. 2024. MediVet [disco flexible]. Cuba.

Ueno, H. & Goncalves, P. 1998. Manual para diagnostico das helmintoses de rumiantes. Facultad de Veterinaria, Universidad Federal do Río Grande do Sul. Japan International Cooperation Agency. Cuarta Edición.

Zumbado, L., De, J. B., Chacón, F., Hernández, J., Quiroz, L. & Murillo, J. 2009. Identificación de parásitos gastrointestinales en granjas porcinas y pérdidas económicas por decomiso de hígados parasitados por Ascaris suum en mataderos de Costa Rica. Ciencias Veterinarias, 27 (1), 8-21.

CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DEL VIRUS DE LA LENGUA AZUL EN LA REGIÓN OCCIDENTAL DE CUBA

MOLECULAR CHARACTERIZATION OF THE BLUETONGUE VIRUS IN THE WESTERN REGION OF CUBA

Maray Curiel Hernández[1*], Ana María Acevedo Beiras[1], Melisa Ruiz Mir[1] y Yalainne Obret Ferrer[1]

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba*

[*]*Autor para correspondencia: mara.oro18@gmail.com*

RESUMEN

En Cuba, a pesar de la alta seroprevalencia del virus de la lengua azul (VLA), los serotipos circulantes siguen siendo desconocidos. El objetivo de este estudio fue identificar los serotipos circulantes del VLA en granjas de la región occidental de Cuba. Se recolectaron muestras de sangre de 200 bovinos y ovinos jóvenes entre mayo y julio de 2022 para análisis virológicos (PCR, aislamiento viral) y secuenciación del genoma mediante método de Sanger. Los resultados confirmaron la circulación viral, con una viroprevalencia del 25% para el virus de la lengua azul. El virus se aisló de 18 muestras de sangre y se identificaron doce serotipos del VLA mediante la secuenciación de productos de RT-PCR dirigidos al segmento 2 del genoma del VLA (VLA-1, 2, 3, 6, 10, 12, 13, 17, 18, 19). En conjunto, estos resultados resaltan la cocirculación de una amplia diversidad de serotipos del VLA en un área bastante restringida y enfatizan la necesidad de vigilancia entomológica y ganadera, particularmente a la luz de los cambios recientes en la distribución global y la naturaleza de las infecciones por el VLA. Este hallazgo sugiere que la región occidental de Cuba constituye un escenario de circulación endémica del VLA, con una dinámica compleja influenciada por múltiples factores, entre ellos la presencia de vectores competentes como *Culicoides insignis* ampliamente distribuido en el Caribe y América Central.

Palabras claves: VLA, serotipos, PCR, aislamiento, Sanger

ABSTRACT

In Cuba, despite the high seroprevalence of bluetongue virus (BTV), the circulating serotypes remain unknown. The aim of this study was to identify the circulating BTV serotypes on farms in the western region of Cuba. Blood samples were collected from 200 young cattle and sheep between May and July 2022 for virological analysis (PCR, viral isolation) and genome sequencing using the Sanger method. The results confirmed viral circulation, with a viroprevalence of 25% for bluetongue virus. The virus was isolated from 18 blood samples, and twelve BTV serotypes were identified by sequencing RT-PCR products targeting segment 2 of the BTV genome (BTV-1, 2, 3, 6, 10, 12, 13, 17, 18, 19). Together, these results highlight the co-circulation of a wide diversity of BTV serotypes in a rather restricted area and emphasize the need for entomological and livestock surveillance, particularly in light of recent changes in the

global distribution and nature of BTV infections. This finding suggests that the western region of Cuba constitutes an endemic circulation scenario for BTV, with a complex dynamic influenced by multiple factors, including the presence of competent vectors such as Culicoides insignis, which is widely distributed in the Caribbean and Central America.

Keywords: BTV, serotypes, PCR, isolation, Sanger

INTRODUCCIÓN

La lengua azul (LA) es una enfermedad viral de distribución global que afecta a los rumiantes domésticos y silvestres. Se encuentra entre las enfermedades de notificación obligatoria a la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OMSA), debido a su rápida transmisión y su gran poder de difusión (OMSA, 2023). El principal impacto negativo de las infecciones por el virus de la lengua azul (VLA) radica en las pérdidas económicas debido a las restricciones internacionales al movimiento de animales, así como en los gastos de prevención y control de enfermedades que afectan tanto a los agricultores individuales como a la industria agrícola en general (Acevedo *et al*., 2016; Zientara *et al*., 2013).

La identificación tradicional del virus implica su aislamiento y replicación en huevos embrionados de pollo (HEP), cultivos celulares o inoculación en rumiantes susceptibles y la posterior aplicación de pruebas específicas para la detección del virus. En la actualidad, se emplean diversas pruebas de RT-PCR en las que se utilizan diferentes métodos de extracción, transcriptasas inversas, enzimas de amplificación, cebadores y condiciones de ensayo. En el Manual de la OMSA (OMSA, 2023) se describen dos pruebas de RT-PCR para la detección del VLA, una prueba de reverso transcripción acoplada a la reacción en cadena de polimerasa en tiempo real (rRT-PCR) (Hofmann *et al*., 2008) basada en sondas que tiene como diana el gen NS3 y una prueba anidada de RT-PCR (nRT-PCR) que tiene por diana el gen NS1, en las que se usan cebadores diseñados por Katz y col. (Katz *et al*., 1993).

Cuba está en una presunta circulación basada en evidencia serológica histórica y aunque reportó su presencia a la OMSA en 2007 y se notificaron numerosos animales serológicamente positivos, no existen evidencias de manifestaciones clínicas de la enfermedad, ni se ha aislado el virus, por lo que se desconocen los serotipos circulantes (Martínez *et al*., 2011), así como las especies de vectores involucrados en la transmisión del mismo. El hecho que exista evidencia de la circulación del virus hace necesario conocer el o los serotipos que están circulando. Por lo tanto, considerando los elementos expuestos anteriormente, esta investigación se desarrolló bajo la hipótesis de que se aíslan e identifican varios serotipos del VLA que circulan en la región occidental de Cuba.

Objetivo: Identificar por técnicas virológicas y moleculares los serotipos del VLA que circulan en la región occidental de Cuba a partir de muestras de sangre de bovinos y ovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En este estudio seleccionamos dos provincias de la región occidental de Cuba (La Habana y Mayabeque) y cuatro de sus municipios (Guanabacoa, San José de las Lajas, Catalina de Güines y Jaruco) para la recolección de muestras bovinas.

Marco de muestreo

Se recolectaron doscientas muestras de sangre entre mayo y julio de 2022 en siete fincas distintas de La Habana y Mayabeque, provincias de la región occidental de Cuba.

Análisis molecular

Preparación de las muestras de ácido nucleico

El ARN total se extrajo con el kit de extracción universal ID Gene™ Mag (Innovative Diagnostics, Grabels, Francia) según las instrucciones del fabricante.

RT-PCR en tiempo real específico de grupo

Se empleo el kit comercial de rRT-PCR (ADI-352, Bio-X Diagnostics SA, Ploufragan, Francia) de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Aislamiento viral

Los aislamientos virales se llevaron a cabo primero en cultivos de células de *Culicoides* (células KC) (OMSA, 2023) y en huevos embrionados. Los sobrenadantes positivos por rRT-PCR de KC o de HEP homogeneizados se inocularon en células BSR.

Aislamiento en células KC

Se emplearon células de larvas de *Culicoides sonorensis* (células KC) (OMSA, 2023). Si el Ct era menor a 30, las células/sobrenadantes se inocularon en células BSR.

Aislamiento en huevos embrionados de pollo

Grupos de tres HEP fueron inoculados intravenosamente con 0.1 a 0.2 ml de muestras de sangre diluidas o lisadas positivas por rRT-PCR para VLA (Wechsler *et al*., 1989).

Aislamiento en células BSR

Los frascos inoculados se incubaron a 37ºC y fueron examinados bajo un microscopio durante siete días para verificar los ECP.

Serotipificación del VLA mediante RT-PCR específica de subgrupo y secuenciación de Sanger

Se determinaron los serotipos del VLA de las 18 cepas cubanas aisladas exitosamente mediante RT-PCR convencional y secuenciación Sanger del S2 genómico. (Ries *et al*., 2021).

Análisis filogenéticos

La identificación de la homología de nucleótidos más cercana disponible en la base de datos GenBank se realizó para el segmento S2 genómico utilizando la herramienta de búsqueda BLAST en línea. (Maan *et al*., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de 200 muestras de sangre analizadas en este estudio, 50 (25 %) resultaron positivas al VLA mediante el sistema pan-VLA qRT-PCR, con valores de Ct que oscilaron entre 22 y 38. Entre las muestras de sangre positivas, 45 procedían de bovinos y cinco de ovinos. Se seleccionaron 43 muestras de sangre para el aislamiento viral (muestras de sangre positivas al VLA con valores de Ct inferiores a 33), a partir de las cuales se obtuvieron 18 aislados del VLA, 13 mediante cultivo en células KC y cinco en HEP. Los serotipos de los 18 aislados del VLA se determinaron mediante RT-PCR convencional, utilizando cebadores específicos de subgrupo y secuenciación de Sanger de los productos de PCR. Las secuencias parciales de S2 obtenidas se identificaron mediante alineamiento con secuencias disponibles en el GenBank. Se identificaron un total de 12 serotipos de VLA (VLA-1, 2, 3, 6, 10, 12, 13, 17, 18, 19, 22 y 24). Casi todos los aislamientos correspondieron a mono-infección, pero una muestra se encontró co-infectada por el VLA-6 y 22. (Tabla 1).

Tabla 1. Serotipos del VLA identificados en las provincias de Mayabeque y La Habana

Provincia	Municipio	Serotipo de BTV identificado (número de aislamiento)
Mayabeque	San José de las Lajas	2 (1), 10 (1), 12 (1), 13 (1), 18 (1), 19 (1), 22 (1)
	Catalina de Güines	10 (1), 12 (1), 18 (1)
	Jaruco	1 (1), 3 (1), 17 (2), 18 (1), 24 (1)
La Habana	Guanabacoa	1 (1), 6/22 (1)

Las secuencias de S2, que codifica la proteína de la cápside externa, se recuperaron y anotaron completamente. Las homologías más cercanas entre las secuencias cubanas y las secuencias establecidas se determinaron utilizando el algoritmo BLAST y la base de datos GenBank. Las secuencias S2 recuperadas de Cuba mostraron entre un 95 y 98% de identidad con secuencias publicadas del hemisferio occidental, en su mayoría secuencias de EE. UU. y algunas otras de Guayana Francesa.

Como se esperaba, las secuencias S2 se agruparon según el serotipo de las cepas del VLA. Dentro de cada serotipo, las secuencias cubanas se agruparon con secuencias identificadas en el hemisferio occidental, incluyendo EE. UU., América Latina y el Caribe, siguiendo una agrupación de nucleotipos (Maan *et al*., 2007) (Figura 1).

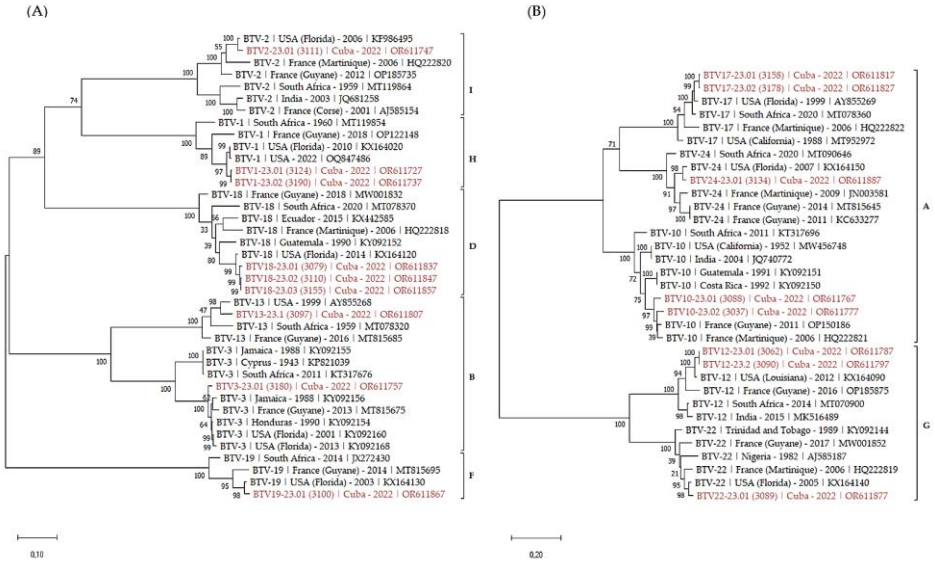


Figura 1. Análisis filogenético de secuencias S2 de las cepas cubanas de VLA. Análisis filogenético de secuencias S2 de VLA-1, 2, 3, 13, 18, 19 (**A**), 10, 12, 17, 22 y 24 (**B**) utilizando el método de máxima verosimilitud y el modelo Tamura-Nei con 1000 réplicas bootstrap en MEGA X. Este análisis incluyó 39 (**A**) y 33 (**B**) secuencias de nucleótidos, y hubo un total de 2932 (**A**) y 2997 (**B**) posiciones en el conjunto de datos final.

Se aislaron con éxito 18 cepas cubanas del VLA a partir de 43 muestras de sangre (aquellas con la carga viral requerida). El buen rendimiento del aislamiento del virus resalta que, a pesar del retraso entre la recolección de las muestras y los análisis, además de las deficientes condiciones de almacenamiento y transporte, la infectividad de las muestras de sangre no se vio alterada. De hecho, las muestras de sangre se almacenaron entre 6-8 meses a 4ºC y luego a temperatura ambiente durante unas tres semanas (incluido el tiempo de estancia en La Habana y durante el transporte aéreo a Francia). La lisis y el lavado de la sangre antes del aislamiento en células KC o en HEP y luego, en caso de fracaso, la inoculación de la sangre con EDTA diluida 10 veces, ayudó al éxito de las pruebas de aislamiento viral. Finalmente, como último intento, se obtuvieron cinco aislamientos más en huevos embrionados. Este estudio constituye la primera caracterización de los serotipos del VLA que circulan en la isla de Cuba.

CONCLUSIONES

Se obtuvieron 18 aislados del VLA, a partir de muestras de sangre de bovinos y ovinos de la región occidental de Cuba, 13 mediante cultivo en células KC y cinco en HEP. Se identificaron 12 serotipos del VLA (VLA-1, 2, 3, 6, 10, 12, 13, 17, 18, 19, 22 y 24) mediante VNT y la secuenciación de Sanger de los productos de RT-PCR dirigidos al S2 del genoma del VLA. Las secuencias del S2 mostraron entre un 95 y 98% de identidad con secuencias publicadas del hemisferio occidental, en su mayoría secuencias de EE.UU. y de Guayana Francesa.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, A.M, Hinojosa, Y., Relova, D., & Perera, CL. 2016. Virus de la lengua azul: Un virus conocido, una amenaza actual. *Rev. Salud Anim*., 38, 52-59.

Hofmann, M., Griot, C., Chaignat, V., Perler, L., & Thür, B. 2008. Bluetongue disease reaches Switzerland. Schweizer. *Archiv. Tierheilkunde*, 150, 49-56. doi:10.1024/0036-7281.150.2.49

Katz, J., Gustafson, G., Alstad, D., Adler, K., & Moser, K. 1993. Colorimetric diagnosis of prolonged bluetongue viremia in sheep using an enzymelinked oligonucleotide sorbent assay of amplified viral nucleic acids. *Am. J. Vet. Res*, 54: 2021-2026. Disponible en: pmid: 8116932.

Maan, P. P, Mertens, J, & Ostlund EN. 2011. Exotic bluetongue viruses identified from ruminants in the southeastern US from 1999-2006. *Proc Annu Conf Am Assoc Vet Lab Diagn*., 50:118.

Martínez, N., Alfonso, A., & Barrera M. 2011. Primer reporte de bovinos seroreactores al virus de la lengua azul en Cuba. *Rev. Salud Anim*., 33 (2): 131-133.

OMSA. 2023. Capítulo 3.1.3 Lengua Azul (Infección por el virus de la lengua azul). *En: Manual Terrestre de la OMSA 2021*. pp 1-2. 2.

Ries, C., Vogtlin, A., Hussy, D., Jandt, T., Gobet, H., Hilbe, M., Burgener, C., Schweizer, L., Hafliger-Speiser,S., & Cerveza, M. (2021).

Zientara, S., & Sanchez-Vizcaino, J.M. 2013. Control de la lengua azul en Europa. Veterinario. *Microbiol*., 165, 33-37.

INTERJOVEN

INTERJOVEN

DESARROLLO DE UN ENSAYO DE NPCR PARA LA DETECCIÓN DE ANAPLASMA MARGINALE

DEVELOPMENT OF AN NPCR ASSAY FOR THE DETECTION OF ANAPLASMA MARGINALE

Mariela Rodríguez[1], Thalia Rodríguez[1], Elianne Piloto-Sardiñas[1], Dasiel Obregón Álvarez[2] y Belkis Corona-González[1*]

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba*

[2]*School of Environmental Sciences, University of Guelph, Guelph, ON, Canadá*

**Autor para correspondencia: bcorogonz@gmail.com*

RESUMEN

Las hemoparasitosis constituyen un problema sanitario relevante en la ganadería tropical y subtropical. *Anaplasma marginale*, agente causal de la anaplasmosis bovina, ocasiona importantes pérdidas económicas y puede mantenerse en búfalos (*Bubalusbubalis*) como infecciones subclínicas, lo que convierte a esta especie en reservorio epidemiológico. La detección de animales portadores es difícil debido a los bajos niveles de parasitemia y a las limitaciones de los métodos convencionales. En este contexto, la reacción en cadena de la polimerasa anidada (nPCR) dirigida al gen *msp*5, constituye una herramienta diagnóstica de alta sensibilidad y especificidad. El presente trabajo tuvo como objetivo el desarrollo de este ensayo. Se evaluaron parámetros críticos como la temperatura de alineamiento, la concentración de MgCl y la concentración de cebadores. Los resultados mostraron que la temperatura de alineamiento óptima fue 61 °C, con 2,5 mM de MgCl y 0,4 µM de cada cebador, condiciones que permitieron obtener amplificaciones reproducibles y específicas. El ensayo no mostró reacciones inespecíficas frente a otros patógenos y alcanzó un límite de detección de 10 fg/µl, equivalente a 8 copias de ADN molde. La estandarización del nPCR dirigido al gen *msp*5 confirma su utilidad como herramienta diagnóstica sensible y específica para la identificación de animales portadores, incluidos los bovinos y los búfalos, y refuerza su valor en la vigilancia epidemiológica de la anaplasmosis.

Palabras clave: *Anaplasma marginale*, nPCR, *msp5*

ABSTRACT

Hemoparasitoses constitute a relevant health problem in tropical and subtropical livestock. Anaplasma marginale, the causative agent of bovine anaplasmosis, causes significant economic losses and can be maintained in buffaloes (Bubalus bubalis) as subclinical infections, which makes this species an epidemiological reservoir. The detection of carrier animals is difficult due to low levels of parasitemia and the limitations of conventional methods. In this context, the nested polymerase chain reaction (nPCR) targeting the msp5 gene constitutes a diagnostic tool of high sensitivity and specificity. The present study aimed at the development of this assay. Critical parameters such as annealing temperature, MgCl concentration, and primer concentration were

evaluated. The results showed that the optimal annealing temperature was 61 °C, with 2.5 mM MgCl and 0.4 µM of each primer, conditions that allowed obtaining reproducible and specific amplifications. The assay did not show nonspecific reactions to other pathogens and reached a detection limit of 10 fg/µl, equivalent to 8 copies of template DNA. The standardization of nPCR targeting the msp5 gene confirms its usefulness as a sensitive and specific diagnostic tool for identifying carrier animals, including cattle and buffalo, and reinforces its value in the epidemiological surveillance of anaplasmosis.

Keywords: *Anaplasma marginale*, PCRn, *msp5*

INTRODUCCIÓN

Las hemoparasitosis representan uno de los principales problemas sanitarios en la ganadería tropical y subtropical. *Anaplasma marginale*, agente causal de la anaplasmosis bovina, ocasiona importantes pérdidas económicas y constituye un reto epidemiológico, con una amplia distribución global influenciada por factores como el cambio climático y el movimiento animal (Aubry y Geale, 2011; Kocan *et al*., 2015). En Cuba, aunque la situación epidemiológica de estas enfermedades ha mostrado cierta estabilidad en los últimos años, la introducción y expansión del búfalo (*Bubalus bubalis*) desde 1983 plantea nuevos desafíos. Esta especie suele cursar con infecciones subclínicas y puede actuar como reservorio de hemoparásitos, lo que favorece la persistencia y diseminación de la infección en rebaños bovinos (Banerjee *et al*., 1998, Rajput *et al*., 2005).

La detección de animales portadores resulta difícil porque los niveles de parasitemia son muy bajos y no se evidencian en el frotis sanguíneo, técnica de uso rutinario, pero de baja sensibilidad. Los métodos serológicos, aunque más sensibles, presentan reacciones cruzadas y no diferencian entre infecciones activas y previas. El estándar de oro, la inoculación en terneros esplenectomizados, es costoso y poco práctico para estudios de campo. Frente a estas limitaciones, las técnicas moleculares han demostrado mayor sensibilidad y especificidad (Lew & Jorgensen, 2005, Vidotto *et al*., 2006).

Entre ellas, la reacción en cadena de la polimerasa anidada (nPCR) descrita por Torioni *et al*. (1998) constituye un referente, ya que permite detectar hasta 30 eritrocitos infectados por mililitro de sangre, con una sensibilidad entre 10 y 100 veces superior a la de ensayos previos. Este método se dirige al gen *msp*5, que codifica una proteína de membrana de 19 kDa, formada por 210 aminoácidos y presente como dímero en todas las especies de *Anaplasma*. La proteína contiene un epítope altamente conservado reconocido por el anticuerpo monoclonal AnaF16C1, lo que ha permitido su uso en ensayos de cELISA para la identificación de portadores. Además, el gen *msp*5 es de copia única y presenta una secuencia nucleotídica muy conservada entre cepas de *A. marginale*, lo que lo convierte en un blanco molecular confiable para el diagnóstico. La estandarización de este ensayo de nPCR constituye un paso esencial para disponer de una herramienta diagnóstica sensible y específica, capaz de identificar animales portadores, fortalecer la vigilancia epidemiológica y aportar información clave para el control de la anaplasmosis.

Objetivo: Desarrollar un ensayo de nPCR para la detección de *Anaplasma marginale*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo de nPCR

Se empleó el ensayo de PCR anidada descrito por Torioni *et al*. (1998), dirigido al gen *msp*5 de *Anaplasma marginale*. Este gen, de copia única y altamente conservado, constituye un blanco molecular confiable para la detección del hemoparásito.

ADN de referencia

El ADN utilizado para la estandarización se obtuvo del aislado Habana de *A. marginale*, a partir de sangre de bovinos esplenectomizados infectados experimentalmente con niveles de parasitemia cercanos al 60%. La sangre se lavó con PBS, se conservó en glicerol al 30% a –20 °C y el ADN se purificó según la metodología descrita por Ambrosio y Potgieter (1987).

Condiciones de amplificación

Se utilizaron los cebadores descritos por Torioni *et al*. (1998), que permiten amplificar un fragmento externo de 458 pb y, posteriormente, un fragmento interno de 345 pb dentro del gen *msp*5. Las reacciones se realizaron en un volumen de 25 µl con tampón 1X, 3 mM de MgCl, 200 µM de dNTPs, 0,8 µM de cada cebador y 1 U de *Taq* ADN polimerasa (Promega, Madison, EE.UU.). En la primera reacción se emplearon 5 µl de ADN molde y en la segunda 1 µl del producto de la PCR inicial. El programa de amplificación incluyó una desnaturalización inicial a 95 °C/3 min, seguida de 35 ciclos de 95 °C/30 s, 61 °C/1 min y 72 °C/30 s, con una extensión final a 72 °C/10 min.

Visualización

Los productos se separaron en geles de agarosa al 2% teñidos con bromuro de etidio (0,5µg/ml) durante 15 minutos y se visualizaron en un transiluminador Macro Vue (Pharmacia Biotech Inc., EE.UU.). En todos los casos se utilizó un marcador de peso molecular de 100 pb (Promega, Madison, EE.UU.).

Optimización del ensayo

Se evaluaron parámetros críticos como la temperatura de alineamiento (55 °C; 56 °C; 57 °C; 59 °C; 61 °C; 63 °C; 65 °C; 68 °C; 71 °C; 73 °C; 75 °C; 77 °C), la concentración de $MgCl_2$ (0mM; 0,5mM; 1mM; 1,5mM; 2mM; 2,5mM; 3mM;3,5 mM) y la concentración de cebadores (0,1µM; 0,2µM; 0,4µM; 0,6µM; 0,8µM; 1µM; 1,2µM; 1,4µM; 1,6µM). Cada condición se ensayó por duplicado para determinar los valores óptimos.

Desempeño analítico

La especificidad se evaluó frente a ADN de otros patógenos que pueden infectar bovinos y rumiantes (*Babesia bovis*, *Pasteurella multocida*, *Streptococcus suis*, Herpesvirus I–III y ADN bovino). El límite de detección se determinó mediante diluciones seriadas base 10 de ADN de *A. marginale* (100 ng/µl), calculando el número de copias equivalentes con el programa DNA Calculator (University of Rhode Island).

Utilización del ensayo en muestras de campo

Para evaluar el desempeño del ensayo, se analizaron muestras de sangre de 18 bovinos clínicamente sanos de una granja de la provincia Mayabeque. La sangre se colectó por punción de la vena yugular en tubos con EDTA y se conservó a -20°C. La extracción de ADN se realizó según la metodología descrita por Ambrosio y Potgieter (1987). El ADN obtenido se analizó mediante el protocolo de nPCR estandarizado en este trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estandarización constituye la primera etapa en la validación de un ensayo molecular, ya que permite optimizar insumos, equipos y protocolos para garantizar resultados reproducibles. En la verificación inicial del desempeño del ensayo de nPCR descrito por Torioni *et al*. (1998), se obtuvieron las bandas esperadas de 458 pb en la primera reacción y de 345 pb en la segunda (Figura 1), lo que confirma la viabilidad del método en nuestras condiciones. Resultados similares han sido reportados por de la Fuente *et al*. (2004).

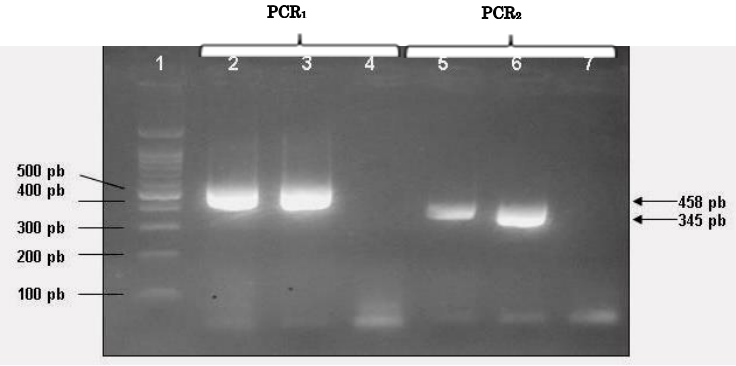


Figura 1: Resultados de la verificación del ensayo de nPCR. 1: Marcador de peso molecular de 100 pb (Promega), 2: ADN aislamiento Habana; 3: ADN aislamiento Oriente; 4: Control de agua; 5: ADN aislamiento Habana; 6: ADN aislamiento Oriente; 7: Control de agua.

La optimización de parámetros críticos es esencial para asegurar la robustez del ensayo. En relación con la temperatura de alineamiento, las reacciones fueron eficientes entre 55 °C y 65 °C, seleccionándose 61 °C como valor óptimo por la mayor intensidad de señal. Este resultado difiere de los 65 °C empleados por Torioni *et al*. (1998), probablemente debido a variaciones en enzimas, reactivos o equipos.

Respecto a la concentración de cebadores, los mejores resultados se alcanzaron con 0,2–0,4 µM en la primera etapa y 0,4–0.6 µM en la segunda. Se seleccionó 0,4 µM como concentración mínima efectiva para ambas etapas, lo que coincide con las recomendaciones de emplear la menor concentración posible para evitar uniones inespecíficas.

Con estas condiciones, el ensayo mostró alta especificidad, ya que solo amplificó ADN de *A. marginale* y no reaccionó frente a otros patógenos evaluados, en concordancia con lo descrito por Torioni *et al*. (1998).

La aplicación del protocolo estandarizado a muestras de bovinos permitió detectar ADN de *A. marginale* en 12 de los 18 animales muestreados (66,6%), visualizándose en todos los casos la banda amplificada de 345 pb. Este alto porcentaje de portadores asintomáticos valida la sensibilidad del método optimizado y subraya la endemia subclínica de la anaplasmosis en la región.

La estandarización del ensayo de nPCR dirigido al gen *msp*5 permitió definir condiciones óptimas de amplificación y confirmar su elevada sensibilidad y especificidad. Su efectividad en la detección de portadores asintomáticos en bovinos valida el método y proporciona una herramienta sólida para extender su uso a búfalos, especie reconocida como reservorio. Estos resultados respaldan su utilidad como herramienta diagnóstica fundamental para diseñar estrategias de vigilancia y control integrales en sistemas de producción mixtos, contribuyendo significativamente a la vigilancia epidemiológica de la anaplasmosis.

CONCLUSIONES

El ensayo de nPCR dirigido al gen msp5 mostró alta sensibilidad y especificidad en condiciones locales. Detectó un Elevado porcentaje de portadores asintomáticos (66,6%) lo que evidencia la endemia subclínica de anaplasmosis en la región. Su aplicación práctica fortalece la vigilancia epidemiológica y el control de la enfermedad en bovinos y búfalos, especies reconocidas como reservorios. Se recomienda su incorporación en programas rutinarios de diagnósticos y monitoreo sanitario en Cuba. La optimización de los parámetros críticos evidenció que el mejor desempeño del sistema se alcanza al emplear una temperatura de alineamiento de los cebadores ligeramente inferior a la descrita originalmente, junto con concentraciones reducidas de MgCl y de cebadores en las reacciones. Estas condiciones permiten obtener una amplificación más eficiente y reproducible, lo que refuerza la utilidad del ensayo como método diagnóstico para la identificación de *Anaplasma marginale* en animales portadores.

BIBLIOGRAFÍA

Ambrosio, R. E. & Potgieter, F. T. 1987. The genome of Anaplasma: DNA composition and DNA/DNA hybridization. *J VetRes*, 54: 53-65.

Aubry, P. & Geale, D. W. 2011. A review of bovine anaplasmosis. *Transboundary and emerging diseases,* 58 (1): 1-30.

Banerjee, D. P., Momim, R. R. & Samanta, R. A. 1998. Cross transmission of Babesia bigemina from cattle (Bos taurus x Bos indicus) to buffalo (Bubalus bubalis). In: World Buffalo Congress 2. *Council of Agricultural Research*, New Delhi, 329.

De la Fuente, J., Vicente, J., Höfle, U., Ruiz-Fons, F. & Fernández de Mera, I. G. 2004. Anaplasma infection in free-ranging Iberian red deer in the region of Castilla-La Mancha, *Spain. Vet Microbiol*, 100: 163-173.

Kocan, K. M, de La Fuente, J. & Cabezas-Cruz, A. 2015. The genus Anaplasma: new challenges after reclassification. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 34 (2): 577-586.

Lew, A. & Jorgensen W. 2005. Molecular approaches to detect and study the organisms causing bovine tick-borne diseases: babesiosis and Anaplasmosis. *African J. Biotec*, 4 (4): 292-302.

Rajput, Z. I, Hu, S. H., Arijo, A. G., Habib, M. & Khalid, M. 2005. Comparative study of Anaplasma parasites in tick carrying buffaloes and cattle. *J Zhejiang Univ-Sci B*, 6(11): 1057-1062.

Torioni, E. S., Knowles, D. P., McGuire, T. C., Plamer, G. H., Suarez, C. E. & McElwain, T. F. 1998. Detection of cattle naturally infected with Anaplasma marginale in an endemic region using nested PCR and recombinant MSP5-cELISA. *Clin Microbiol*, 36: 777-782.

Vidotto, M. C., Kano, S. F., Gregori, F., Headley, S. A. & Vidotto, O. 2006. Phylogenetic analysis of Anaplasma marginale strains from Paraná State, Brazil, using the msp1α and msp4 genes. *J Vet Med B*, 53 (9): 404-411.

INTERJOVEN

ENSAYO DE RT-PCR EN TIEMPO REAL BASADO EN SYBR GREEN I PARA LA DETECCIÓN DE CORONAVIRUS BOVINO

SYBR GREEN I-BASED REAL-TIME RT-PCR ASSAY FOR BOVINE CORONAVIRUS DETECTION

Melisa Ruiz Mir [1], Carmen Laura Perera González [1]*, Ana María Acevedo Beiras[1], Liani Coronado Báez[1], Maray Curiel Hernández[1], Cristian Díaz-Corona[1], Yalainne Obret Ferrer[1], Gisselle Chavez Rodríguez[1]

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba*

**Autor para correspondencia: pereragonzalezc@gmail.com*

RESUMEN

El coronavirus bovino (BCoV) está asociado a tres síndromes clínicos diferentes: síndrome diarreico neonatal del ternero, la disentería de invierno que provoca enteritis hemorrágica en bovinos adultos y el síndrome respiratorio asociado con la fiebre de embarque, todos con un impacto negativo en el bienestar animal y significativas pérdidas económicas en las industrias cárnica y lechera. El diagnóstico de laboratorio de infecciones causadas por virus se basa fundamentalmente en métodos serológicos y moleculares. El objetivo de este estudio fue desarrollar un ensayo de PCR en tiempo real basado en SYBR Green I para la detección de BCoV, mediante la amplificación de un fragmento del gen de la nucleocápsida viral. Se optimizaron los parámetros de los componentes críticos de la reacción de PCR y las condiciones termodinámicas. El análisis de la curva de disociación confirmó la especificidad de las curvas de amplificación (Tm = 85ºC ± 1°C) sin evidencias de amplificaciones inespecíficas. El ensayo mostró altos niveles de especificidad, repetibilidad y sensibilidad, con un límite de detección de 103.0 TCID50/mL. La sensibilidad diagnóstica se evaluó en muestras fecales de animales con síntomas clínicos compatibles con disentería de invierno y en animales sin sintomatología clínica de proceso entérico. El nuevo ensayo resultó más sensible que el ensayo de RT-PCR en punto final y el aislamiento viral para el diagnóstico de BCoV.

Palabras claves: Coronavirus bovino, BCoV, rRT-PCR, RT-PCR, SYBR Green I.

ABSTRACT

Bovine coronavirus (BCoV) is associated with three different clinical syndromes: neonatal calf diarrhea syndrome, winter dysentery causing hemorrhagic enteritis in adult cattle, and respiratory syndrome associated with shipping fever, all of which have a negative impact on animal welfare and cause significant economic losses in the meat and dairy industries. Laboratory diagnosis of virus-induced infections is primarily based on serological and molecular methods. The aim of this study was to develop a real-time PCR assay based on SYBR Green I for the detection of BCoV, by amplifying a fragment of the viral nucleocapsid gene. The parameters of the critical components of the PCR reaction and the thermodynamic conditions were optimized. Dissociation

curve analysis confirmed the specificity of the amplification curves (Tm = 85°C ± 1°C) with no evidence of nonspecific amplifications. The assay showed high levels of specificity, repeatability, and sensitivity, with a detection limit of 10^3.0 TCID50/mL. Diagnostic sensitivity was evaluated in fecal samples from animals with clinical symptoms compatible with winter dysentery and from animals without clinical symptoms of enteric disease. The new assay proved to be more sensitive than the endpoint RT-PCR assay and viral isolation for the diagnosis of BCoV.

Keywords: Bovine coronavirus, BCoV, rRT-PCR, RT-PCR, SYBR Green I.

INTRODUCCIÓN

Garantizar la seguridad alimentaria es una de las principales metas de los servicios veterinarios, lo cual requiere un control eficaz de las enfermedades infecciosas (FAO, 2017). Este control depende, en gran medida, de la capacidad para realizar un diagnóstico rápido y confiable de los agentes etiológicos involucrados en los brotes infecciosos (Sánchez y Bermejo, 2020).

La eficiencia productiva del sector bovino se ve comprometida por enfermedades reconocidas a nivel mundial, por su impacto negativo en los bioindicadores productivos de estas especies, algunas de ellas de elevada gravedad (Almenarez-Segura, 2022). Entre estas se encuentra la causada por el género Betacoronavirus, al cual pertenece el coronavirus bovino (BCoV), un agente que infecta el tracto respiratorio y gastrointestinal del ganado bovino (Vlasova y Saif, 2021). La infección por BCoV induce reducción en la producción de leche en los rebaños lecheros y un deterioro de las condiciones de salud del animal (Cho *et al*., 2024).

Para reducir el riesgo de diseminación del BCoV y aplicar medidas de control más eficaces, es fundamental contar con ensayos de diagnósticos rápidos y sensibles (OMSA, 2023). La reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (rPCR) permite la amplificación de secuencias de ácidos nucleicos con elevada sensibilidad y especificidad (Rodríguez-Rodríguez *et al*., 2021). No obstante, en Cuba aún no se dispone de un ensayo diagnóstico con alta sensibilidad y especificidad para la detección de BCoV, a pesar de ser ampliamente recomendado por numerosos autores para la confirmación de casos clínicos (Pansria *et al*., 2020).

Objetivo: desarrollar un ensayo de rRT-PCR basado en SYBR Green I para la detección sensible y específica de BCoV.

MATERIALES Y MÉTODOS

Virus

Las cepas de referencia y aislados de campo empleados en este estudio son: BCoV, cepa kakegawa del Instituto Pasteur, Sao Paulo, Brasil; Herpesvirus bovino tipo 1 (BoHV-1), cepa E8 del CENSA, Cuba; virus de la diarrea viral bovina (BVDV), cepa NADL del CENSA, Cuba; Rotavirus bovino, cepa G6 del Instituto de Investigaciones Agrícolas de Venezuela; Virus de la bronquitis infecciosa aviar, cepa M43 del CENSA, Cuba.

Propagación del virus

Los aislados de campo y las cepas de BCoV, se cultivaron en la línea celular de riñón bovino (MDBK) según los procedimientos estándares que se describen en el Manual de Ensayos de Diagnósticos y Vacunas para Animales Terrestres (OMSA, 2023).

Procesamiento de las muestras

En este estudio se emplearon muestras de heces de bovinos contaminadas con la cepa de referencia Kakegawa, se diluyó con medio DMEM (Dulbecco´s Modidied Eagle Medium) (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), se homogenizaron y se filtró con membrana de celulosa de 0,45 µm.

Método de extracción de ARN

La extracción de ARN a partir de las heces contaminadas se realizó por el método propuesto por Casas *et al*. (1995) y se conservó a -80°C hasta su evaluación.

Selección de cebadores

Se utilizaron los cebadores descritos por Tsunemitsu *et al*. (1999) para la detección de BCoV (cebador sentido: 5´-GCCGATCAGTCCGACCAATC-3´ y cebador anti-sentido: 5´-AGAATGTCAGCCGGGGTAT-3´).

RT-PCR en tiempo real

Todos los análisis de rRT-PCR se realizaron sobre el instrumento LightCycler® 2.0 (Roche AppliedScience, Mannheim, Germany).

Sensibilidad analítica

Para determinar el límite de detección del ensayo se realizaron diluciones seriadas en base 10.

Especificidad analítica

Para la determinación de la especificidad analítica del ensayo se evaluaron ácidos nucleicos moldes provenientes de herpesvirus bovino 1 (BoHV-1), rotavirus bovino, virus de la diarrea viral bovina (BVDV) y otro virus relacionado estrechamente: el virus de la bronquitis infecciosa aviar.

Repetibilidad

La repetibilidad del ensayo de rRT-PCR basado en SYBR Green I se determinó con el empleo de tres muestras, una muestra positiva fuerte (105 TCID 50/mL), una muestra positiva media (103 TCID 50/mL) y una muestra positiva baja (102 TCID 50/mL).

Evaluación del desempeño diagnóstico del ensayo de rRT-PCR en muestras fecales

Las muestras evaluadas procedían de varias provincias del país (La Habana, Mayabeque, Villa Clara y Cienfuegos) y una Vaquería Experimental para un total de 35 muestras fecales.

Colecta y procesamiento de las muestras fecales

Las muestras fecales se colectaron en tubos estériles después de limpiar el área con papel toalla se diluyó en 9 mL de medio DMEM (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) con antibiótico, fungizona y suero suero fetal bovino (10%).

Evaluación de las muestras

Las muestras fecales colectadas se evaluaron por el nuevo ensayo de RT-PCR en tiempo real basado en SYBR Green I, por la técnica de aislamiento viral (AV) y por la PCR en punto final descrito por Tsunemitsu *et al.* (1999).

Aislamiento viral

Se utilizaron células de riñón bovino Madin-Darby (MDBK), que se mantuvieron en medio DMEM (Sigma-Aldrich, St.Louis, MO, USA).

Detección del genoma por RT-PCR en punto final

Se realizó la extracción de ARN por el método propuesto por Casas *et al*. (1995).

Detección del genoma por el nuevo ensayo de RT-PCR en tiempo real basado en SYBR Green I desarrollado

La reacción de amplificación se realizó con las condiciones que se establecieron durante la estandarización del ensayo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalmente, las concentraciones de cebadores y $MgCl_2$ establecidas en este ensayo fueron 0,2 µM y 3 mM, respectivamente. La mezcla del PCR final contenía 0,2 µM de cada cebador, 2 µL de FastStart DNA Master SYBR Green I (8µL de $MgCl_2$ 25 mM) (concentración final de 3 mM), 5 µL del ADN molde; la temperatura óptima de alineamiento seleccionada fue de 60ºC (Fig. 1).

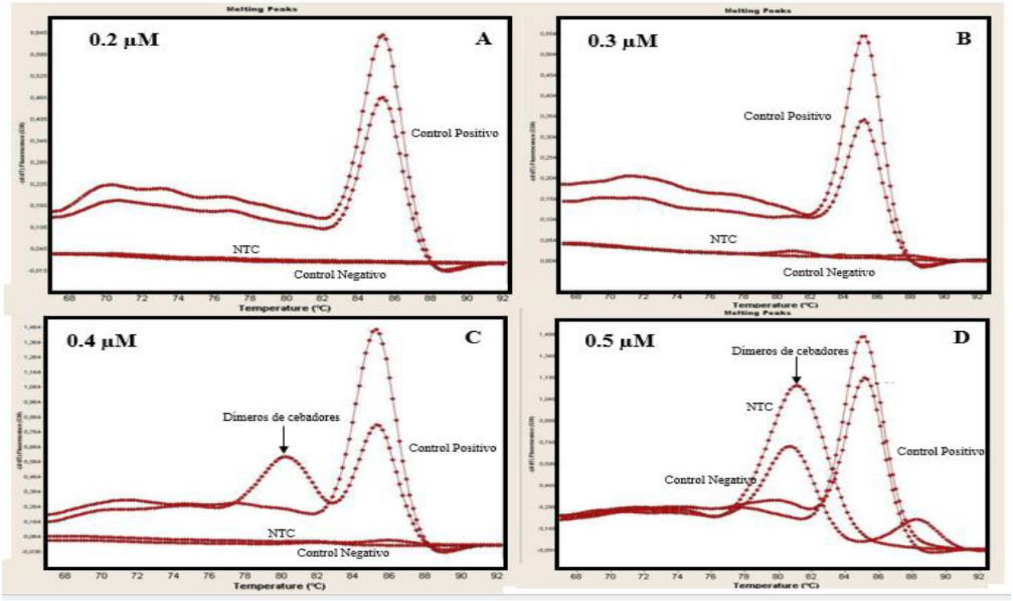


Figura 1. Evaluación de la concentración óptima de cebadores en el ensayo rRT-PCR. Se muestran las curvas de disociación correspondiente a los valores de concentraciones evaluadas: A) 0,2 µM, B) 0,3 µM, C) 0,4 µM y D) 0,5 µM.

En la evaluación de la sensibilidad analítica a partir de diluciones seriadas en base 10 en sobrenadante de muestras fecales negativas a BCoV, el límite de detección del ensayo de rRT-PCR basado en SYBR Green I fue $10^{3.0}$ TCID 50/mL (Fig. 2).

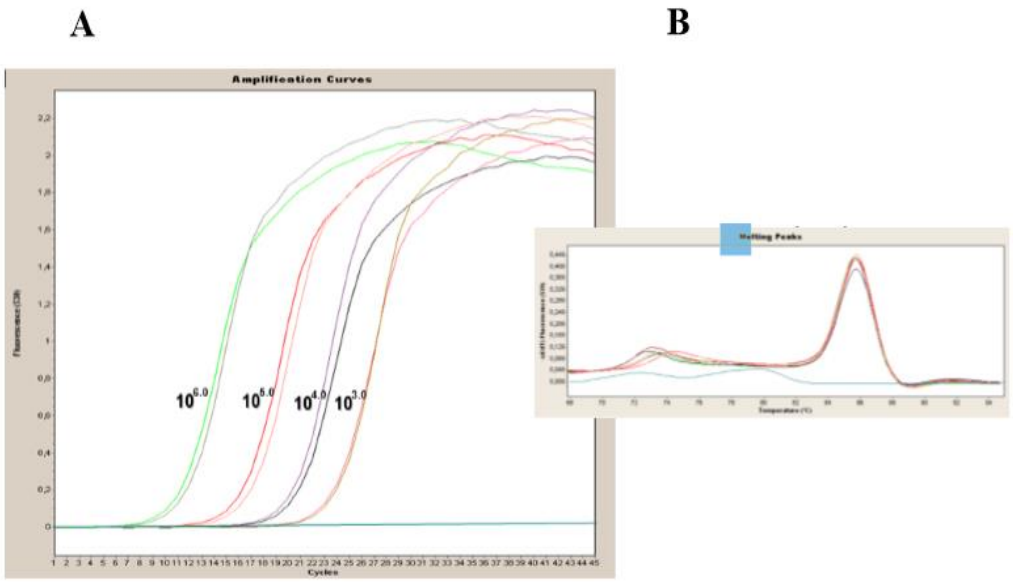


Figura 2. Sensibilidad analítica del ensayo de rRT-PCR para detección del BCoV. A. Curvas de amplificación de ARN de la cepa Kakegawa extraído a partir de diluciones seriadas del virus en suspensión de heces. B. Análisis de curvas de disociación para cada dilución. Control negativo de amplificación: agua libre de nucleasas.

De las 35 muestras fecales procesadas mediante cultivo celular, se obtuvieron 12 aislamientos viables (34.3 %), los cuales fueron identificados como BCoV mediante RT-PCR de punto final. Cabe destacar que se logró aislar el virus en muestras procedentes de todas las unidades afectadas, abarcando las diferentes provincias del estudio.

La competencia del nuevo ensayo de rRT-PCR desarrollado, para la detección de BCoV en muestras clínicas, se evaluó por el análisis de 35 muestras fecales que se comparó con el ensayo de RT-PCR en punto final y el aislamiento viral.

Un total de 24 muestras fueron positivas a BCoV por el nuevo ensayo rRT-PCR desarrollado, para un 88,9 % de positividad de las muestras evaluadas. Sin embargo, sólo 12 muestras (44,4 %) fueron positivas por AV y 19 muestras fueron positivas por RT-PCR en punto final (70,4 %).

Todas las muestras positivas por AV se detectaron por el nuevo ensayo de rRT-PCR desarrollado. Sin embargo, 12 muestras positivas por rRT-PCR escaparon a la detección por AV (falsos negativos).

La elevada sensibilidad analítica, la especificidad, así como la repetibilidad y el desempeño del ensayo obtenido en el presente estudio sobre las muestras clínicas, lo convierten en una herramienta útil para la detección rápida y certera de BCoV.

CONCLUSIONES

La rapidez y el alto rendimiento del ensayo de rRT-PCR desarrollado proporciona una herramienta poderosa para el diagnóstico de la infección por BCoV en Cuba. Este ensayo proporciona un buen desempeño analítico con elevada sensibilidad y especificidad para la detección de BCoV en muestras fecales, con una sensibilidad superior al AV y PCR en punto final en muestras clínicas fecales.

BIBLIOGRAFÍA

Almenarez-Segura, W. 2022. Elementos para una estrategia de desarrollo productivo sostenible con enfoque sistémico en una Unidad Empresarial de Base Pecuaria. *Revista Ciencia Universitaria*, 20 (1). Recuperado a partir de https://revistas.unah.edu.cu/index.php/cu/article/view/1573

Cho, H.C., Kim, Y., Cho, Y.I., Park, J. & Choi, K.S. 2024. Evaluation of bovine coronavirus in Korean native calves challenged through different inoculation routes. Vet Res., 55 (1):74. doi: 10.1186/s13567-024-01331-9. PMID: 38863015; PMCID: PMC11165853

Casas, I., Powell, L., Klapper, P.E. & Cleator, G.M. 1995. New method for the extraction of viral RNA and DNA from cerebrospinal fluid for use in the polymerase chain reaction assay. J Virolog Met., 53: 25-36.

FAO. 2017. Políticas públicas y marcos institucionales para la agricultura.

Sánchez, O.P. & Bermejo, P.M. 2020. Brotes, epidemias, eventos, and other epidemiological terms of daily usage. Revista Cubana de Salud Pública, 46 (2): 1-16.

OMSA. 2023. Principios y métodos de validación de las pruebas de diagnóstico de las enfermedades infecciosas. Manual Terrestre de la OMSA,1-18.

Pansria, P., Katholma, J., Kroghb, K.M., Aagaardc, A.K., Schmidtc, L.M. & Kudirkienec, E. 2020. Evaluation of novel multiplex qPCR assays for diagnosis of pathogens associated with the bovine respiratory disease complex. The Vet.J., 256: 1-9.

Rodríguez-Rodríguez, G., Rodríguez, A., Ángel, M., Herzberg, Z. & Alfonso, Á. 2021. Reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real. Mens Bioquím., 45: 11-22.

Tsunemitsu, H., Smith, D.R. & Saif, L.J. 1999. Experimental inoculation of adult dairy cows with bovine coronavirus and detection of coronavirus in feces by RT-PCR. Arch Virol., 144 (1): 167-175.

Vlasova, A.N. & Saif, L.J. 2021. Bovine Coronavirus and the associated diseases. Front. Vet. Sci., 8: 293-307.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

DESARROLLO DE UN ENSAYO DE AMPLIFICACIÓN ISOTÉRMICA MEDIADA POR ASA (LAMP) PARA LA DETECCIÓN DE ANAPLASMA MARGINALE

DEVELOPMENT OF A LOOP-MEDIATED ISOTHERMAL AMPLIFICATION (LAMP) ASSAY FOR THE DETECTION OF ANAPLASMA MARGINALE

Thalia Rodríguez Díaz[1], Ashly Clara Tejeda[1], Maray Curiel Hernández[1], Elianne Piloto Sardiñas[1], Odalys Uffo Reinoso[1], Carmen Laura Perera González[1] y Belkis Corona González[1*]

[1]*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba*
**Autor para correspondencia: bcorogonz@gmail.com*

Resumen

La parasitemia generada por *Anaplasma marginale* causa importantes pérdidas en la industria ganadera. Una de las principales limitaciones para el control y la gestión eficaz de la anaplasmosis en el ganado bovino es la falta de una prueba de diagnóstico rápida y fiable para identificar el parásito y poder aplicar un tratamiento inmediato. El objetivo del presente estudio fue desarrollar y evaluar un ensayo de amplificación isotérmica mediada por asa (LAMP) para la detección visual rápida de *A. marginale* en bovinos. Se utilizó un conjunto de seis cebadores LAMP, que incluye dos cebadores externos, dos cebadores internos y dos cebadores de asa, que amplifican una región dentro del gen *msp*1ß. Las condiciones de tiempo y temperatura para la amplificación específica se optimizaron a 65 °C durante 60 minutos, con la adición de SYBR GREEN I (100X), lo que permitió la detección visual de amplificaciones positivas, así como la fluorescencia en el transiluminador de luz ultravioleta. Los procedimientos LAMP desarrollados también se confirmaron y compararon con el método de PCR anidado. Los resultados indican que este método LAMP puede ser utilizado para la detección de *A. marginale* a partir de ADN extraído de sangre bovina.

Palabras clave: *Anaplasma marginale, detección molecular,* LAMP

Abstract

Parasitemia caused by *Anaplasma marginale* results in significant losses in the livestock industry. One of the main limitations for the effective control and management of anaplasmosis in cattle is the lack of a rapid and reliable diagnostic test to identify the parasite and allow for immediate treatment. The aim of this study was to develop and evaluate a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the rapid visual detection of *A. marginale* in cattle. A set of six LAMP primers was used, including two external primers, two internal primers, and two loop primers, which amplify a region within the msp1β gene. The time and temperature conditions for the specific amplification were optimized at 65 °C for 60 minutes, with the addition of SYBR GREEN I (100X), which allowed for the visual detection of positive amplifications, as well as fluorescence under ultraviolet transillumination. The developed LAMP procedures were also confirmed and compared with the nested PCR method. The results indicate that this LAMP method can be used for the detection of *A. marginale* from DNA extracted from bovine blood.

Keywords: *Anaplasma marginale, molecular detection,* LAMP

INTRODUCCIÓN

El patógeno intracelular *Anaplasma marginale* (*Rickettsiales: Anaplasmataceae*), descrito por Sir Arnold Theiler en 1910, es endémico en regiones tropicales y subtropicales (Kocan *et al*., 2010). La infección de bovinos con *A. marginale* causa anaplasmosis bovina, una enfermedad hemolítica de leve a grave que ocasiona pérdidas económicas considerables tanto a la industria láctea como a la de carne (Kocan *et al*., 2010).

La detección de *A. marginale* en animales clínicamente afectados generalmente se realiza mediante el examen microscópico de frotis de sangre periférica, la tinción de Giemsa de frotis sanguíneos finos, combinada con el examen microscópico óptico, se utiliza de forma rutinaria para la detección de *A. marginale* y *A. centrale* en muestras clínicas y de campo. El método no es muy sensible y, por lo tanto, se utiliza junto con otros ensayos para confirmar la infección (Hove, P. *et al*., 2018).

Se han utilizado técnicas altamente sensibles y específias para la detección de *A. marginale*, destacando la reacción en cadena de la polimerasa en tiempo real (Machado R. Z. *et al*., 2016; Sisson, D. *et al*., 2017), PCR anidada (Molad, T. *et al*., 2006; Lew, A.E. *et al*., 2002) y la PCR en tiempo final (qPCR) (Carelli, G. *et al*., 2007); estas técnicas también pueden emplearse para detectar la enfermedad en animales portadores (Giglioti *et al*., 2018). Los sistemas de detección o cuantificación basados en PCR presentan ventajas, son eficaces para la diferenciación inter e intraespecífica y para la detección de niveles bajos de rickettsiemia, que no pueden detectarse en frotis de sangre finos (Hove *et al*., 2018); sin embargo, estos métodos no siempre están disponibles debido a razones económicas y/o prácticas, especialmente en instalaciones con poca infraestructura, donde no cuentan con equipos como los termocicladores (Iseki *et al*., 2007).

Una limitación importante para el control y manejo efectivos de la anaplasmosis en el ganado es la falta de una prueba diagnóstica rápida y confiable para identificar el parásito y permitir una terapia inmediata (Giglioti *et al.*, 2018). La amplificación isotérmica mediada por asa (LAMP) combina alta especificidad y simplicidad, ya que este método realiza todo el ensayo en condiciones isotérmicas. El producto final amplificado se detecta fácilmente mediante la confirmación visual de la reacción en el tubo (Notomi *et al*., 2000; Notomi *et al*., 2015).

Objetivo: Desarrollar y evaluar un ensayo de amplificación isotérmica mediada por asa (LAMP) para la detección de *A. marginale* en bovinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el ensayo LAMP para *A. marginale*, se tomó como referencia el procedimiento descrito por Giglioti *et al*. (2019), donde se amplifica un fragmento del gen *msp*1β.

Como controles positivos se utilizaron ADN de *A. marginale* de tres aislados de *A. marginale* de diferentes regiones (Am140 Oriente 1, Am140 Oriente 2, Am138 Valle del Perú), en los que ya habían sido identificados con anterioridad la presencia de *A. marginale* mediante un nested PCR que ampliaba el gen *msp*5 (Torioni *et al*., 1998).

Para la realización del ensayo LAMP se utilizaron seis cebadores LAMP, que incluye dos cebadores externos, dos cebadores internos y dos cebadores de asa descritos por Giglioti *et a*l. (2019). Las reacciones LAMP se realizaron en un volumen final de 25 µL y contenían 12,5 µL de

tampón ThermoPol 10X (New England Biolabs), 1,4 mM de desoxinucleósido trifosfato (dNTP), 0,32 U/µL de ADN polimerasa Bst (New England Biolabs), 40 pmol de cebador FIP y 40 pmol de cebador BIP, 5 pmol de cebador F3 y 5 pmol de cebador B3, 10 pmol de cebador Loop.

La mezcla se incubó a 65 °C durante 60 min utilizando un termociclador. Al final de cada reacción LAMP, se añadió 1 µL de colorante SYBR Green I 1000× (Sigma Aldrich) (1/10) a cada tubo para visualización colorimétrica de las muestras positivas y negativas. Se analizaron 10 uL de cada producto LAMP mediante electroforesis en gel de agarosa al 1,5 % teñido con SERVA DNA Stain G (electroforesis SERVA, Alemania).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La electroforesis correspondiente al LAMP PCR para *Anaplasma marginale* (Figura 1) realizado con las condiciones anteriormente descritas, presentó amplificación de los 3 aislados, mientras los controles negativos no presentaron amplificación.

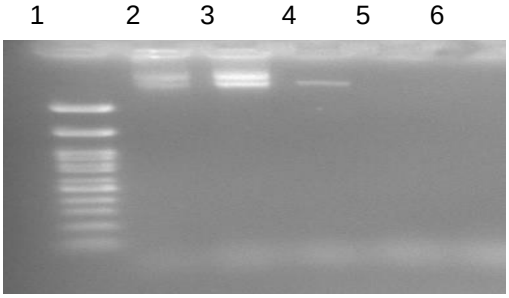


Figura 1. Electroforesis del ensayo LAMP para la detección de *Anaplasma marginale*. **1.**100 bp DNA Ladder (New England Biolabs). **2.** Am140 Oriente 1. **3.** Am140 Oriente 2. **4.** Am138 Valle del Perú. **5-6.** Controles negativos. Control de agua.

Durante la visualización del LAMP PCR *A. marginale* en un transiluminador de luz ultravioleta, de las tres muestras positivas y 2 controles negativos (Figura 2) se observó una fluorescencia marcada solo en la primera muestra, esto debido a que las otras muestras presentaron una menor concentración de ADN.

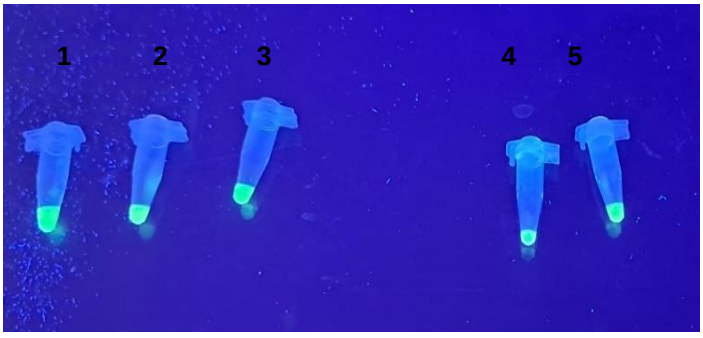


Figura 2. Visualización en transiluminador UV de LAMP *Anaplasma marginale*. **1.** Am140 Oriente 1. **2.** Am140 Oriente 2. **3.** Am138 Valle del Perú. **4-5.** Control negativo

En un segundo experimento se probaron diferentes concentraciones se SYBR Green (10X, 50X y 100X). Para ello se utilizó un control positivo y 2 controles negativos para cada concentración. En el caso de las muestras con concentración de 10X, no se observó diferencia entre la muestra positiva y los controles negativos, ni a simple vista ni de fluorescencia. En el caso de las muestras con concentraciones de 50X y 100X, se observó diferencias marcadas a simple vista y de fluorescencia entre positivo y negativos (más evidente con la concentración de 100X).



Figura 3. Visualización en transiluminador UV para diferentes concentraciones se SYBR Green (10X, 50X y 100X).

Posteriormente se realizó otro ensayo donde se utilizaron las mismas condiciones de amplificación, pero con la adición de 0,8 M de betaina de manera que una muestra y dos controles negativos tuviesen betaina y las otras no. La betaina se adicionó para evitar la formación de dímeros dentro de la mezcla, lo que aumenta la eficiencia de la reacción.

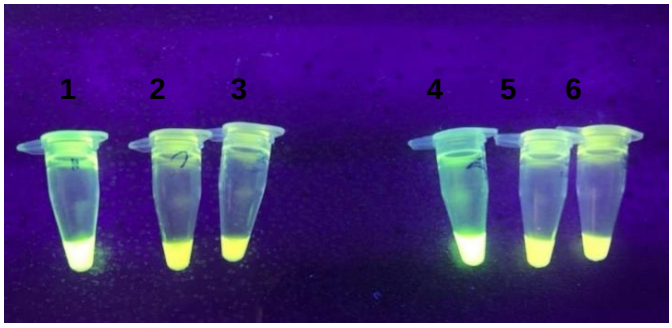


Figura 4. Visualización en transiluminador UV LAMP *A. marginale.* (1-3: sin betaina). **1.** Am140 Oriente 1. **2-3.** Control negativo. (4-6: con betaina). **4.** Am140 Oriente 1. **5-6.** Control negativo.

Tanto en la visualización colorimétrica como en el transiluminador se observó diferencias marcadas entre las muestras positivas y los controles negativos, pudiendo apreciarse claramente la fluorescencia. Este ensayo demostró la efectividad del LAMP, puesto que se puede identificar a simple vista y mediante un transiluminador las diferencias entre aislados positivos y negativos. Dado que la adición de betaina no provocó grandes diferencias en los resultados, se decidió seguir utilizando betaina en el resto de los ensayos, coincidiendo con los resultados de la estandarización obtenidos por Divakar (2022). Luego se realizó una curva de sensibilidad para el

ensayo LAMP con diferentes concentraciones de ADN, donde se puedo observar una diferencia de coloración entre las diferentes concentraciones y el control negativo, asimismo se observó dicha diferencia bajo el transiluminador.

Se comprobó que al utilizar diferentes concentraciones de ADN es posible observar variaciones en la amplificación. Con este fin, se preparó una nueva curva de sensibilidad bajo las mismas condiciones, reemplazando el colorante SYBR Green I por Hydroxynaphthol blue (HNB) 0.15 mM junto con la adición de $MgSO_4$. Este colorante resultó especialmente útil para la visualización colorimétrica, ya que permite distinguir de manera más evidente las diferencias entre muestras positivas y negativas, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en pruebas de campo (Divakar, 2022).

En las muestras tratadas con HNB, las positivas se observaron de color azul, mientras que los controles negativos presentaron color morado. Además, se evidenciaron diferencias de tonalidad entre las distintas concentraciones de ADN. La muestra con menor concentración no mostró variación en la coloración y se mantuvo similar al control negativo, confirmando que el ensayo detecta hasta una concentración mínima de 0,3 ng de DNA.

Por último, se realizó un ensayo de nested PCR a las muestras tratadas con HNB, se observó amplificación exitosa en las muestras 1 a 5 (Figura 5).

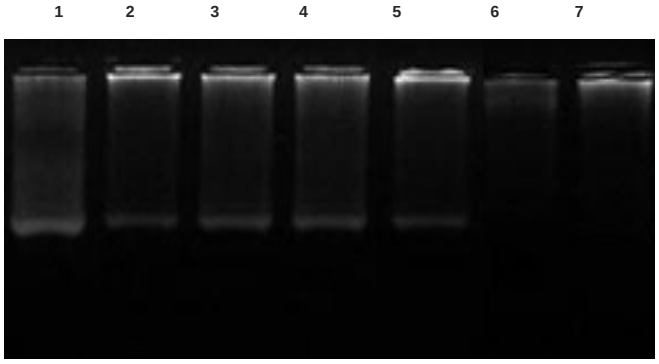


Figura 5. Nested PCR *Anaplasma marginale* con HNB.

Estos resultados confirman que la técnica permite una detección confiable en condiciones de concentración adecuada de ADN, mientras que concentraciones insuficientes limitan la sensibilidad del método.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que el ensayo LAMP posee una sensibilidad comparable a la del nested PCR, técnica que ha sido utilizada tradicionalmente para la detección de *Anaplasma marginale*. Sin embargo, el nested PCR requiere condiciones de laboratorio más estrictas, equipos especializados y un mayor tiempo de procesamiento.

A partir de estos hallazgos, se dispone de un ensayo de PCR estandarizado que se ajusta a las condiciones disponibles, rápido, sensible y que puede ser utilizado en campo. Esto lo convierte en una herramienta eficiente y de bajo costo para la identificación de *A. marginale*, con un potencial significativo para mejorar las estrategias de diagnóstico de este patógeno.

BIBLIOGRAFÍA

Carelli, G., Decaro, N., Lorusso, A., Elia, G., Lorusso, E., Mari, V., Ceci, L. & Buonavoglia, C. 2007. Detection and quantification of *Anaplasma marginale* DNA in blood samples of cattle by real-time PCR. *Vet. Micro. biol.*, 124 (1–2): 107–114.

Giglioti, R., Bassetto, C. C., Okino, C. H., de Oliveira, H. N. & de Sena Oliveira, M. C. 2019. Development of a loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the detection of Anaplasma marginale. *Experimental and Applied Acarology*, 77 (1), 65-72.

Giglioti, R., Oliveira, H. N., Bilhassi, T. B., Portilho, A.I., Okino, C. H., Marcondes, C.R. y Oliveira, M. C. S. 2018. Esti mates of repeatability and correlations of hemoparasites infection levels for cattle reared in endemic areas for Rhipicephalus microplus. *Vet. Parasitol*., 250: 78–84.

Hove, P., Khumalo, Z. T. H., Chaisi, M. E., Oosthuizen, M. C., Brayton, K. A., & Collins, N. E. 2018. Detection and Characterisation of *Anaplasma marginale* and A. centrale in South Africa. *Veterinary Sciences*, 5(1): 26. https://doi.org/10.3390/vetsci5010026

Iseki, H., Alhassan, A., Ohta, N., Thekisoe, O. M. M., Yokoyama, N., Inoue, N., Nambota, A., Yasuda, J. & Igarashi, I. 2007. Development of a multiplex loop-mediated isothermal amplification (mLAMP) method for the simultaneous detection of bovine Babesia parasites. *J Microbiol Methods*, 71: 281–287.

Kocan, K. M., de la Fuente, J., Blouin, E. F., Coetzee, J. F. y Ewing, S. A. 2010. The natural history of *Anaplasma marginale*. *Vet. Parasitol*., 167: 95–107.

Lew, A. E., Bock, R. E., Minchin, C. M., Masaka, S. A. 2002. Msp1-alpha polymerase chain reaction assay for specific detection and differentiation of *Anaplasma marginale* isolates. *Vet. Microbiol*., 86, 325–335.

INTERJOVEN

PRODUCCION Y SALUD ANIMAL EN LA SECCION COMUNAL LAVANNAEU, LOCALIDAD BEJAMIN, DEPARTAMENTO DE SUD-EST, HAITI

ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH IN THE LAVANNAEU COMMUNAL SECTION, BEJAMIN LOCALITY, SUD-EST DEPARTMENT, HAITI

Frédérique Casimir

Universidad de Fondwa (UNIF), República de Haití
Autor para correspondencia: frederiquecasimir72@gmail.com

RESUMEN

La sección comunal de Lavannaeu, y más específicamente la localidad de Béjamin, se caracteriza por una economía predominantemente rural donde la agricultura y la ganadería constituyen las principales fuentes de ingresos familiares. El objetivo del presente trabajo es evaluar las características de la producción y la salud animal en la Sección Comunal Lavannaeu, Localidad Béjamin, Departamento de Sud-Est, Haiti. El estudio se basó en encuestas y observaciones directas en la localidad de Béjamin. Se encuestaron 10 productores. Las visitas de campo permitieron observar las áreas y el estado de los rebaños. Finalmente, se realizó un censo de las razas bovinas presentes. Se captó la información de la mortalidad y las principales causas de muertes. Los principales resultados demuestran un total de 110 animales, con predominio de las hembras (50). Las demás categorías incluyen toros y toretes (40) y terneros (20). Predominan las razas locales resistentes a las enfermedades y su capacidad de adaptación a las zonas montañosas. Este ganado se utiliza generalmente para la producción de carne y, en menor medida, para la producción de leche. La modalidad reproductiva más frecuente es el apareamiento natural. Entre las principales causas de morbilidad y mortalidad sobresale la malnutrición y el poliparasitismo interno. Se recomienda mejorar la alimentación y la conservación de forrajes, así como la suplementación mineral; reforzar la salud animal con vacunaciones y tratamientos antiparasitarios regulares; mejorar la reproducción con la selección de mejores sementales, la introducción de razas mejoradas y la extensión de la inseminación artificial.

Palabras clave: ganadería, nutrición, reproducción, salud

ABSTRACT

The Lavannaeu commune, and more specifically the village of Béjamin, is characterized by a predominantly rural economy where agriculture and livestock farming are the main sources of family income. The objective of this study is to evaluate the characteristics of animal production and health in the village of Béjamin, in order to propose appropriate solutions for their improvement. The study was based on surveys and direct observations in Béjamin. Ten producers were surveyed. Field visits allowed for observation of the areas and the condition of the herds. Finally, a census of the cattle breeds present was conducted. Information on mortality and the main causes of death was collected. The main results show a total of 110 animals, with a predominance of females (50). The other categories include bulls and steers (40) and calves (20). Local breeds resistant to diseases and with the capacity to adapt to mountainous areas predominate. This livestock is generally used for meat production and, to a lesser extent, for milk

production. The most common reproductive method is natural mating. Malnutrition and internal parasites are among the main causes of morbidity and mortality. It is recommended to improve feeding and forage conservation, as well as mineral supplementation; strengthen animal health with regular vaccinations and antiparasitic treatments; and improve reproduction through the selection of superior sires, the introduction of improved breeds, and the expansion of artificial insemination.

Key words: livestock, nutrition, reproduction, health

INTRODUCCIÓN

El Departamento Sud-Est de Haití abarca una superficie aproximada de 2034 km² y se extiende desde el Macizo de la Selle hasta el Mar Caribe. Limita al norte con el Departamento del Oeste, al este con la República Dominicana, al oeste con el Departamento del Sur y al sur con el Mar Caribe. Su capital es Jacmel, ciudad reconocida por su rico patrimonio cultural e histórico. Según el IHSI (2009), la población se estima en 575293 habitantes, con una densidad media de 283 habitantes/km². Estimaciones más recientes indican cerca de 632000 habitantes, lo que refleja un continuo crecimiento demográfico.

La sección comunal de Lavannaeu, y más específicamente la localidad de Béjamin, se caracteriza por una economía predominantemente rural donde la agricultura y la ganadería constituyen las principales fuentes de ingresos familiares. La ganadería bovina desempeña un papel fundamental, no solo por la producción de carne y leche, sino también por su contribución a la tracción animal y la fertilización del suelo. Sin embargo, esta actividad enfrenta importantes limitaciones, sobre todo la disponibilidad estacional de recursos forrajeros. Durante la estación seca, caracterizada por escasas precipitaciones, los pastos naturales se agotan y la productividad del ganado disminuye. Estas dificultades estructurales afectan directamente la rentabilidad de las explotaciones y ponen en riesgo la seguridad alimentaria familiar.

Objetivo: Evaluar las características de la producción y la salud animal en la Sección Comunal Lavannaeu, Localidad Béjamin, Departamento de Sud-Est, Haiti.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se basó en encuestas y observaciones directas en la localidad de Béjamin. Se realizaron entrevistas con ganaderos a través de un instrumento contentivo de variables sobre la tenencia y prácticas ganaderas empleadas. Se entrevistó un total 10 productores, con el siguiente desglose:

a) Pequeños productores (1–5 cabezas de ganado): 4

b) Agricultores medianos (6–15 cabezas de ganado): 3

c) Grandes productores más de 15 cabezas de ganado): 3(

Las visitas de campo permitieron observar los pastos, las técnicas de conservación de forraje y el estado de los rebaños. Se elaboró un inventario de las especies forrajeras disponibles para identificar las que ya se utilizan y las que podrían introducirse.

Finalmente, se realizó un censo de las razas bovinas presentes con base en las observaciones y la información proporcionada por los ganaderos. Se captó la información de la mortalidad total de la región y las principales causas generales de muertes en los últimos cinco años. Los resultados obtenidos se utilizaron para proponer recomendaciones prácticas adaptadas a las condiciones locales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De manera general se puede observar que prevalecen las pequeñas crianzas, con rebaños que no exceden las 15 cabezas. Ello es característico de la ganadería en las condiciones de montaña y donde los productores no disponen de recursos, más allá de los que generan sus propias producciones, típicamente familiares. Según AVSF (s/f), en Haití, el 80% de la producción agrícola depende de la agricultura familiar campesina, que desempeña un papel fundamental desde el punto de vista económico y social, para una gran parte de la población.

Número de animales criados

La explotación ganadera presenta una configuración particular, marcada por el predominio de hembras. Hay aproximadamente cincuenta (50) hembras. Los toros, en cambio, son escasos, alrededor de cuarenta (40), y hay aproximadamente veinte (20) terneros.

Razas

En la localidad de "Béjamin", la ganadería se caracteriza por la diversidad de razas animales adaptadas a las condiciones ambientales de la región. Entre el ganado, predominan las razas locales, conocidas por su resistencia a las enfermedades y su capacidad de adaptación a las zonas montañosas. Este ganado se utiliza generalmente para la producción de carne y, en menor medida, para la producción de leche.

Así, el hato bovino observado se divide en varias categorías:

Vacas: para reproducción y producción limitada de leche.
Toros reproductores: para el mantenimiento y la mejora del hato
Terneros de engorde: destinados a la producción de carne.

Base alimentaria

Los tipos de pastos y forrajes para la alimentación del ganado más comunes en la zona de "Bejamin", al igual que en varias regiones rurales de Haití, se basan, principalmente, en gramíneas: Guinea (*Megathyrsus maximus*. Jacq.) y Elefante (*Pennisetum purpureum*. Schumach) y leguminosas: Leucaena leucocephala (*Leucaena leucocephala*. Lam.) de Wit., adaptadas a las condiciones locales. También se utiliza y maíz (*Zea mays* L.), así como rastrojos de cosechas.

Reproducción

La modalidad reproductiva más frecuente es la monta natural. Este método, ampliamente utilizado en la zona de "Béjamin", es sencillo y accesible, ya que no requiere equipos ni técnicos especializados, pero presenta limitaciones como la falta de control sobre los apareamientos, el riesgo de consanguinidad y la transmisión de enfermedades. A pesar de estas limitaciones, sigue siendo la práctica más común en los sistemas de ganadería extensiva locales, ya que garantiza la reproducción del rebaño con los recursos disponibles (Gasgue, 2016).

Mortalidad y sus causas

En la Tabla 1 se presenta un resumen de las muertes ocurridas en los últimos 8 años. Predominan las muertes en las categorías jóvenes. Se plantea que la mayor mortalidad en bovinos jóvenes se debe a una combinación de inmadurez inmunológica, factores de manejo y enfermedades infeccmiosas. Así, Aular y Martínez (2015) afirman que se pueden esperar variaciones importantes en la mortalidad debido a los factores no genéticos como: año de nacimiento, mes de nacimiento, número de parto de la madre, sexo del becerro y peso al nacer, año de nacimiento y las interacciones finca por año de nacimiento y año de nacimiento por peso al nacer. Añaden que Aniales producto de cruces no planificados como son los mestizos lecheros indefinidos, tienen mayor mortalidad que animales de grupos raciales definidos como son ½ Bos taurus ½ Bos indicus, > ¾ Bos indicus y > ¾ Bos taurus.

Tabla 1. Resumen de las muertes ocurridas en los últimos 8 años

Años	Terneros	Animales en desarrollo	Vacas	Toros	Muertes totales
2020	2	3	1	4	10
2021	1	2	1	3	7
2022	3	1	2	2	8
2023	4	2	1	0	7
2024	2	0	1	1	4

Las principales causas de las muertes registradas en el ganado en bovinos son:

Parasitosis: infestaciones internas y externas (garrapatas, moscas).

Desnutrición: asociada a la limitada disponibilidad de pastos y forrajes estacional y la escasa aplicación de alternativas.

Accidentes: caídas o lesiones debidas al terreno montañoso.

Estrés y agotamiento: especialmente en toros utilizados para la tauromaquia tradicional.

Condiciones sanitarias inadecuadas: falta de atención veterinaria, ausencia de vacunaciones regulares.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

Atendiendo a las principales causas que limitan la producción y comprometen la salud animal en la región estudiada, las principales medidas van dirigidas a mejorar la base alimentaria, la atención sanitaria y la introducción de técnicas reproductivas avanzadas.

CONCLUSIONES

- ✓ La situación ganadera en la zona muestra un potencial significativo, aunque frágil.
- ✓ Las razas locales, si bien son resistentes, presentan rendimientos relativamente bajos, lo que limita la producción de leche y carne.
- ✓ La reproducción depende principalmente de la monta natural, con una alta capacidad reproductiva teórica, pero ésta se ve limitada por problemas nutricionales y sanitarios.
- ✓ Los datos de mortalidad revelan una alta vulnerabilidad de los terneros y los animales jóvenes en desarrollo, así como pérdidas de toros que impactan directamente en la reproducción.
- ✓ A pesar de estos desafíos, se observó una mejora notable en 2026, lo que demuestra que una mejor organización de las prácticas y un monitoreo más riguroso pueden reducir la mortalidad y aumentar la productividad.

RECOMENDACIONES

- ✓ Mejorar la alimentación mediante la producción y conservación de forraje y la adición de suplementos minerales.
- ✓ Fortalecer la salud animal, con vacunación regular, tratamientos antiparasitarios y reforzamiento de la bioseguridad.
- ✓ Optimizar la reproducción seleccionando los mejores toros, introduciendo razas mejoradas y con la extensión de la inseminación artificial.
- ✓ Organizar a los ganaderos en cooperativas, para aunar recursos y brindar capacitación a los criadores de ganado.

BIBLIOGRAFÍA

Aular, A.K. & Martínez, G. 2015. Mortalidad en Vacunos entre el nacimiento y doce meses de edad en dos fincas doble propósito del estado Trujillo. Rev. Fac. Cs. Vets. UCV. 56 (1):17-26. Disponible: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-65762015000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

AVSF (Asociación de Veterinarios y Agrónomos sin Fronteras). s/f. Agroecología Haití. Gobernanza agrícola inclusiva Haití. Disponible: https://www.avsf.org/es/projets/gobernanza-agricola-inclusiva-haiti/

Gasque, R. 2016. Reproducción bovina. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible: https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/245-Reproduccion_bovina.pdf

IHSI (Institut Haïtien de Statistique et d'informatique). 2009. Population totale, densité et superficie par département, Haïti, 2009. Port-au-Prince: Disponible: https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.haiti-now.org/wp-content/uploads/2021/01/POPTOTALMENAGDENS_ESTIM2009.pdf?srsltid=AfmBOoqJUnE6p1g2qX68BDuG8YjGk0MGRCf-pL6b-jSMs91DZwq_Liby

ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y CONSERVACION DE UN CULTIVO DE PICHIA GUILLIERMONDII LEVICA-27 PARA SU USO COMO ADITIVO ZOOTÉCNICO

STUDY OF STABILITY AND CONSERVATION OF A PICHIA GUILLIERMONDII LEVICA-27 CULTURE FOR USE AS A ZOOTECHNICAL ADDITIVE

Daniela Sanabria Rodríguez, Yaneisy García Hernández, Dailyn Sosa Cossio, Nereyda Albelo Dorta, Lilianis Pérez Ortega, Arianna Barceló García

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba

Autor para correspondencia: danielasr078@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tiempo de estabilidad y condiciones de almacenamiento de un aditivo con la levadura *P. guilliermondii* LEVICA-27. Para ello, se realizaron tres lotes del cultivo de la levadura a partir de una fermentación sumergida discontinua, a una velocidad de agitación de 400 min-1, 0,5 vvm y 28±2 °C por 18-20 h. Se utilizó un medio de cultivo diseñado con melaza de caña de azúcar y urea, como fuentes de carbono y nitrógeno, respectivamente y un inóculo de 105-106 ufc/mL al 10% (v/v). El aditivo que se obtiene alcanzó una concentración de 107-108 ufc/mL (incremento de dos unidades exponenciales), que se considera adecuada para su uso como aditivo zootécnico. Este aditivo se mantuvo estable durante nueve días a temperatura ambiente (28±2°C) y 30 días en condiciones de refrigeración (4±2 °C), sin la adición de conservantes.

Palabras clave: almacenamiento, fermentación sumergida discontinua, inóculo

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the stability time and storage conditions of an additive containing the yeast P. guilliermondii LEVICA-27. To this end, three batches of the yeast culture were prepared using a batch submerged fermentation at an agitation speed of 400 min^{-1}, 0.5 v/v, and 28 ± 2 °C for 18–20 h. A culture medium designed with sugarcane molasses and urea as carbon and nitrogen sources, respectively, was used, along with an inoculum of 10^5–10^6 CFU/mL at 10% (v/v). The resulting additive reached a concentration of 10^7–10^8 CFU/mL (an increase of two exponential units), which is considered suitable for use as a zootechnical additive. This additive remained stable for nine days at room temperature (28±2°C) and 30 days under refrigerated conditions (4±2 °C), without the addition of preservatives.

Key words: batch submerged fermentation, storage, inoculum

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tiempo de estabilidad y condiciones de almacenamiento de un aditivo con la levadura *P. guilliermondii* LEVICA-27.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental. El experimento se realizó en el Laboratorio de Producción de Alimentos del Instituto de Ciencia Animal (ICA). El centro está situado en el km 47½ de la Carretera Central, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Diseño y tratamientos experimentales. Se utilizaron diseños completamente aleatorizados con seis repeticiones para evaluar la estabilidad y conservación del aditivo microbiano en condiciones ambientales (28±2 ºC) por un mes (0, 3, 7, 9, 14, 21 y 30 d) y de refrigeración (4±2 ºC) por 45 días (0, 7, 14, 30 y 45 d). Un total de seis muestras (dos por lote) se tomaron en cada tiempo para los análisis y posteriormente se descartaron.

Procedimiento experimental. Se utilizó un cultivo líquido a partir de la cepa de *P. guilliermondii* LEVICA-27 con concentración de 2,35x107 ufc/mL que se obtuvo de tres lotes de fermentación discontinua con el procedimiento siguiente.

Activación del microorganismo y preparación del inóculo. La cepa LEVICA-27 se activó mediante dos subcultivos en caldo YPG (extracto de levadura 1%, peptona 2% y glucosa 2%, p/v) a 110 min-1, 30ºC y 24 h de incubación. A partir del cultivo activo se inocularon 800 mL de medio YPG que se incubaron en iguales condiciones para obtener el inóculo de la etapa de fermentación.

Etapa de fermentación. Se utilizó un biorreactor BIONET (España) de 11 L con volumen efectivo de 8 L de medio con melaza de caña de azúcar (20%, p/v) y urea (10%, p/v). Se realizaron fermentaciones discontinuas a 400 min-1, con control de la temperatura en 30ºC, flujo de aire de 0,5 vvm y un porcentaje de inoculación del 10% (v/v).

Toma de muestra y análisis microbiológicos. El cultivo microbiano se envasó en frascos de cristal estériles de 100 mL con tapas plásticas y se colocaron a temperatura ambiente (28±2ºC) y en refrigeración (4±2ºC). Las variables experimentales fueron la viabilidad celular y pureza del cultivo. El conteo de viables se realiza por el método de diluciones seriadas y siembra en agar Sabouraud (Oxoid, UK). La pureza del cultivo se comprobó por observaciones visuales al microscopio.

Análisis estadístico. Los datos se procesaron con el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012). En los casos necesarios, se utilizó la dócima de Duncan (1955) para discriminar diferencias entre medias a $p<0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra las concentraciones del cultivo de levadura en conservación a temperatura ambiente. En este caso se encontró que la concentración microbiana se mantuvo estable hasta el tercer día con 107 ufc/mL. Posteriormente, a los 7 y 9 días se detectaron concentraciones de 106 ufc/mL. A los 14 días, disminuyó en tres unidades exponenciales, de 2,35x107 a 9x104 ufc/mL (7,24 a 4,93 log ufc/mL), y a los 21 días se detectaron menos de 10 ufc/mL.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

Tabla 1. Concentración del cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 conservado a temperatura ambiente y en refrigeración

Condición	Tiempo (d)	log ufc/mL (ufc/mL)	EE± Sign.
Aditivo conservado a temperatura ambiente (28±2°C)	0	7,24c (2,35x107)	0,11 p<0,0001
	3	7,12c (1,95x107)	
	7	6,43b (2,70x106)	
	9	6,41b (2,61x106)	
	14	4,93a (9,00x104)	
	21	<10	

a,b Letras distintas, por fila, difieren a p<0,05 (Duncan, 1955)

Las concentraciones del cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 conservado en refrigeración se presentan en la Tabla 2. Se observó que la levadura mantuvo su concentración en 107 ufc/mL hasta los 14 días. Transcurridos 30 días, se mantuvo viable, aunque con una concentración inferior (106 ufc/mL). Posteriormente, a los 45 d, se encontró que existían menos de 102 ufc/mL. Este último resultado difiere de lo esperado, quizás debido a que los cortes de corriente eléctrica, que ocurren en el área de experimentación a causa de la situación energética del país, no permitieron mantener de forma constante la temperatura de refrigeración en estudio (4±2ºC). Por tanto, se considera necesario que se replique el estudio, si mejora la condición energética existente.

Tabla 2. Concentración del cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 conservado en refrigeración

Condición	Tiempo (d)	log ufc/mL (ufc/mL)	EE± Sign.
Aditivo conservado en refrigeración (4±2ºC)	0	7,24b (2,35x107)	0,13 p=0,0003
	7	7,22b (2,34x107)	
	14	7,07b (1,31x107)	
	30	6,39a (2,49x106)	
	45	<102	

a,b Letras distintas, por fila, difieren a p<0,05 (Duncan, 1955)

Los resultados antes descritos indican que el aditivo con *P. guilliermondii* LEVICA-27 es estable hasta los nueve días a temperatura ambiente (2,61x106 ufc/mL) y 30 d en refrigeración (2,49x106 ufc/mL). Estas concentraciones se consideran adecuadas para que se utilice como aditivo zootécnico o probiótico, si se tiene en cuenta la recomendación de un grupo de expertos de la FAO/WHO (2002). Estos sugirieron que los productos que se utilicen para estos fines deben tener una concentración mínima de 106-107 células/mL o g de producto para garantizar su eficacia.

Por otra parte, se comprobó, con las observaciones macroscópicas y microscópicas del cultivo, que las colonias mantenían sus características morfológicas y de cultivo en ambas condiciones de conservación. Además, se descartó la presencia de contaminantes (Figura 1).

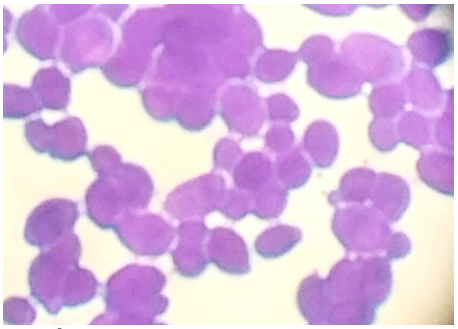


Figura 1. Observación microscópica (100X) de la pureza del cultivo con *P. guilliermondii* LEVICA-27

En la literatura científica internacional se encuentran varios estudios de estabilidad de microorganismos utilizados como probióticos (Moretti *et al.,* 2025). En estos se utilizan diferentes tipos de sustratos, temperaturas y tiempos de estabilidad a los del presente estudio. Sin embargo, se considera que los resultados son dependientes del tipo de microorganismo o cepa en investigación, donde las levaduras pueden ser más resistentes a las condiciones que las bacterias lácticas (Moran *et al.,* 2025).

En el caso del presente estudio, los resultados son comparables con otros productos probióticos conservados en refrigeración (Szopa *et al.,* 2023). También, se debe destacar que al aditivo con LEVICA-27 no se le agregó ningún conservante que pudiera mejorar su supervivencia, aspecto que pudiera ser una ventaja tecnológica. Sin embargo, si se produce industrialmente este tipo de producto, sería necesario evaluar otros tipos de envase que faciliten los procesos de transporte y almacenamiento, a pesar de la ventaja anterior y que el sistema contenedor-cierre utilizado (frascos de cristal con tapa plástica) es el más empleado para los estudios a nivel de laboratorio (Rondón, 2009; García *et al.,* 2013; Freire *et al.,* 2017). Otro aspecto a tener en cuenta es la temperatura de almacenamiento ya que está varía en Cuba, fundamentalmente, según la época del año y a las condiciones climáticas donde tuvo lugar la evaluación. Además, varias investigaciones señalan que las condiciones de fermentación pueden afectar la viabilidad, estabilidad y funcionalidad de la cepa (Farnworth y Champagne, 2016 y Aragón *et al.,* 2018), por lo que en cada etapa del proceso de escalado se deben comprobar todos estos parámetros.

CONCLUSIONES

El cultivo con *P. guilliermondii* LEVICA-27, sin conservantes, es estable en frascos de cristal durante nueve días a temperatura ambiente y 30 días en condiciones refrigeradas.

BIBLIOGRAFÍA

Aragón S, Ruiz RY, Hernández H, Quintanilla MX. 2018. Optimization of the production and stress resistance of the probiotic *Lactobacillus fermentum* K73 in a submerged bioreactor using a whey-based culture medium. Journal of Food. 16(1):1064-1070. https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1527785

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina; 2012. Disponible en: http://www.infostat.com.ar

Duncan DB. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. Biometrics. 11(1):1–42. https://doi.org/10.2307/3001478

FAO/WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization). Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. April 30 and May 1 2002. London Ontario, Canada. (Fecha de consulta: 25 de octubre de 2016). http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf

Farnworth ER, Champagne CP. 2016. Production of Probiotic Cultures and Their Incorporation into Foods. In: Probiotics, Prebiotics, and Synbiotics. PART | II: Probiotics in Food, Chapter 20. Elsevier Inc. http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802189-7.00020-4

Freire AL, Ramos CL, Schwan RF. 2017. Effect of symbiotic interaction between a fructooligosaccharide and probiotic on the kinetic fermentation and chemicalprofile of maize blended rice beverages. Food Research International. 100:698-707. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.070

García M, Vidal Fonteles T, Tibério de Jesus AL, Rodrigues S. 2013. Sonicated pineapple juice as substrate for *L. casei* cultivation for probiotic beverage development: Process optimisation and product stability. Food Chemistry. 139:261-266. http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.059

Morán ME, Martínez MP, Vairoletti PJ, Poloni VL, Cavaglieri LR. 2025. Evaluating the impact of temperatures and exposure times on probiotics viability under pre- and post-technological process. Journal of Microbiological Methods. 235, 107140. https://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107140

Moretti AF, Brizuela NS, Bravo—ferrada BM, Tymczyszyn EE, Golowczyc MA. 2023. Current applications and future trends of dehydrated lactic acid bacteria for incorporation in –Animal feed products. Fermentation. 9, 742. https://doi.org/10.3390/fermentation9080742

Rondón AJ. 2009. Obtención de biopreparados a partir de lactobacilos autóctonos del tracto digestivo de pollos y evaluación de su efecto probiótico en estos animales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Matanzas, Cuba.

Szopa K, Pawlos M, Znamirowska-Piotrowska A. 2023. Effect of storage time and bacterial strain on the quality of probiotic Goats milk using different types and doses of collagens. Molecules. 28(2), 657. https://doi.org/10.3390/molecules28020657

INTERJOVEN

INTERJOVEN

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE UN PROBIÓTICO SECO Y SU MEZCLA CON CONCENTRADO PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL

DETERMINATION OF THE STABILITY OF A DRY PROBIOTIC AND ITS MIXTURE WITH CONCENTRATE FOR ANIMAL PRODUCTION

Lilianis Pérez Ortega[1]*, Yaneisy García Hernández[1], Dailyn Sosa Cossio[1], Julio C. Dustet Mendoza[2], Nereyda Albelo Dorta[1], Daniela Sanabria Rodríguez[1], Arianna Barceló García[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*
[2]*Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverria (CUJAE), Cuba*
**Autor para correspondencia: perezortegalilianis@gmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las condiciones de almacenamiento y tiempo de estabilidad de un aditivo probiótico seco con *Lactobacillus penstosus* LB-31. En el estudio se realizaron dos experimentos, donde se evaluaron el tiempo de conservación del aditivo y la estabilidad de su mezcla con un alimento concentrado para aves. Se obtuvo un polvo seco de la cepa de *L. pentosus* LB-31 con concentración de $5{,}55 \times 10^9$ ufc/g y 100 % de humedad. A los tres meses de conservación a temperatura ambiente (28±2 ºC) disminuyó su concentración a $3{,}27 \times 10^8$ ufc/mL (8,50±0,11 log ufc/mL) y aumentó el contenido de humedad (12,43±1,12%), mientras que a los seis meses se observó que el polvo se hidrató y tornó pegajoso, de esta forma se determinó que el producto en estas condiciones no es viable. Además, se encontró que la mezcla del aditivo con el alimento concentrado se mantiene estable por 14 días a temperatura ambiente en envases de cristal y cierre de plástico. Por tanto, se recomienda para la evaluación en animales de experimentación, utilizar mezclas elaboradas hasta este tiempo.
Palabras clave: aditivo microbiano, bacteria láctica, alimentación animal

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the storage conditions and stability period of a dry probiotic additive containing *Lactobacillus pentosus* LB-31. Two experiments were conducted as part of this study. The first evaluated the shelf life of the additive, while the second assessed the stability of its mixture with a concentrated poultry feed. The results indicated that the dry powder of the *L. pentosus* LB-31 strain—initially at a concentration of 5.55×10^9 CFU/g and 100% moisture content—experienced a decrease in concentration to 3.27×10^8 CFU/mL (8.50 ± 0.11 log CFU/mL) and an increase in moisture content (12.43 ± 1.12%) after three months of storage at room temperature (28 ± 2 ºC). Furthermore, at the six-month mark, it was observed that the powder had become hydrated and sticky, and the LB-31 strain was no longer viable. Additionally, it was found that the mixture of the additive with the concentrated feed remained stable for 14 days at room temperature when stored in glass containers with plastic closures. Therefore, for evaluations involving experimental animals, it is recommended to utilize mixtures prepared within this timeframe.
Key words: microbial additive, lactic acid bacteria, animal feed

INTRODUCCIÓN

La utilización de probióticos en la alimentación animal constituye una alternativa biotecnológica de gran interés por su capacidad para contribuir al equilibrio de la microbiota intestinal, favorecer la salud digestiva y mejorar indicadores productivos (Soccol *et al*., 2010). No obstante, para que estos productos ejerzan su acción de manera efectiva, es indispensable que mantengan su viabilidad y estabilidad durante el almacenamiento, así como después de su incorporación al alimento (FAO/WHO, 2002). La conservación de probióticos secos puede verse afectada por factores como la temperatura, la humedad y las características del sistema de envase-cierre (Hill *et al*., 2014). De igual forma, la mezcla con el alimento puede modificar la persistencia de las células viables y la calidad microbiológica del producto final. Por ello, la determinación de las condiciones adecuadas de almacenamiento y del tiempo de estabilidad constituye un aspecto esencial para garantizar la efectividad tecnológica y biológica de estas formulaciones (González *et al*., 2018). El estudio de la estabilidad del probiótico seco elaborado a partir de *Lactobacillus pentosus* LB-31 y de su mezcla con alimento concentrado para aves responde a la necesidad de definir el comportamiento del aditivo bajo condiciones ambientales y establecer el período en que conserva sus propiedades funcionales (Sosa *et al.*, 2019). En correspondencia con esta problemática, el presente trabajo se orienta a evaluar la estabilidad del probiótico seco y de su mezcla con el alimento animal, con el propósito de determinar las condiciones de almacenamiento y el tiempo de conservación adecuados para su utilización posterior.

Objetivo: Determinar las condiciones de almacenamiento y tiempo de estabilidad de un aditivo probiótico seco con *Lactobacillus penstosus* LB-31.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y tratamientos experimentales

Previamente obtenido el aditivo probiótico seco con *Lactobacillus pentosus* LB-31 mediante secado por atomización se procede con la realización de dos experimentos para evaluar la estabilidad del aditivo y la de su mezcla con alimento concentrado para aves. En el primer experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y cinco tiempos de evaluación: 0, 3, 6, 9 y 12 meses, bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente de 28±2 °C. En el segundo experimento se empleó igualmente un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones y cinco tiempos de análisis: 0, 7, 14, 21 y 30 días, conservándose la mezcla en frascos de vidrio estériles con tapa plástica a la misma temperatura.

Procedimiento experimental

Para el probiótico seco, se envasó el aditivo en frascos de cristal estériles y se determinó en cada tiempo la concentración de células viables mediante diluciones seriadas en solución salina al 0,85% y siembra en agar Rogosa. Además, se realizó tinción de Gram y se evaluó el porcentaje de humedad según AOAC (2016). Para la mezcla con alimento, se incorporó el aditivo seco al 1% (p/p) en alimento concentrado para aves. En cada tiempo de muestreo se determinó la viabilidad de *L. pentosus* LB-31, la materia seca y la presencia de bacterias totales, levaduras, hongos y coliformes totales mediante siembras en agar nutritivo, agar Sabouraud y agar violeta bilis. Los datos se procesaron con Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012) y se aplicó la prueba de Duncan cuando fue necesario (García *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El probiótico seco mostró viabilidad hasta los tres meses de almacenamiento, con una concentración de 3,27x10^8 ufc/g, aunque con disminución respecto al valor inicial y aumento del contenido de humedad. A los seis meses el polvo presentó hidratación y pérdida de viabilidad. Estos resultados evidencian que la estabilidad del aditivo seco bajo las condiciones evaluadas se limita a tres meses.

En la mezcla con alimento concentrado se mantuvo una concentración adecuada de bacterias lácticas hasta los 14 días, mientras que a los 21 días la viabilidad disminuyó de forma marcada. La materia seca se redujo progresivamente, aunque permaneció por encima del límite recomendado hasta los 30 días. No se detectaron microorganismos contaminantes en ninguna muestra, lo que indica buena calidad microbiológica. En conjunto, la mezcla se considera estable durante 14 días a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

El probiótico seco elaborado con *Lactobacillus pentosus* LB-31 mantiene estabilidad durante tres meses en condiciones ambientales.

La mezcla del aditivo con alimento concentrado para aves se conserva estable durante 14 días bajo las condiciones evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC International. 2016. Official methods of analysis of AOAC International (20th ed.). AOAC International.

Di Rienzo, J. A., Macchiavelli, R. E., & Casanoves, F. 2012. Modelos lineales mixtos: Aplicaciones en InfoStat. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

FAO/WHO. 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization.

García‐Villalpando, J. A., Castillo‐Morales, A., Ramírez‐Guzmán, M. E., Rendón‐Sánchez, G., & Larqué‐Saavedra, M. U. 2001. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. Agrociencia, 35(1), 79–86.

González-Muñoz, M. J., et al. 2018. Stability of probiotic microorganisms during storage and processing.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. 2014. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 11(8), 506–514.

Marco, M. L., et al. 2017. Health benefits of fermented foods: Microbiota and functionality. Current Opinion in Biotechnology, 44, 94–102.

Sanders, M. E., Merenstein, D. J., Reid, G., Gibson, G. R., & Rastall, R. A. 2019. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: From biology to the clinic. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 16(10), 605–616.

Soccol, C. R., et al. 2010. Probiotics and prebiotics in animal production and health. Journal of Applied Microbiology, 109(4), 1355–1369.

Sosa-Cossio, D., García-Hernández, Y., Dustet-Mendoza, J. C., García-Curbelo, Y., Martínez-Pérez, M., Sosa-Ceijas, A., & García-Quiñones, D. 2021. Efecto del aditivo probiótico Lactobacillus pentosus LB-31 en pollos de ceba. Revista MVZ Córdoba, 26(1), e2037-e2037.

INTERJOVEN

EFECTO DEL PRODUCTO NATURAL CURCUVET (CURCUMA LONGA) EN LA CURA DE OMBLIGO DE CRÍAS OVINAS

EFFECT OF THE NATURAL PRODUCT CURCUVET (CURCUMA LONGA) ON NAVEL WOUND TREATMENT IN LAMBS

Alejandro Albelo González[1], Lazara Ayala González[1]*
Andrés Camejo Hernández[2] y Yoleisy García Hernández[1]

[1]*Instituto ciencia Animal (ICA), Cuba*
[2]*OSDE Labiofam, Cuba*
**Autor para correspondencia: ayalalazara@gmail.com*

RESUMEN

La búsqueda de alternativas sostenibles de origen natural constituye prioridad en la agricultura cubana. El país necesita reducir las importaciones de los productos farmacéuticos y aditivos alimentarios de uso veterinario, es por ello que se generan productos a partir de fuentes naturales de producción nacional. Con el objetivo de demostrar el efecto del Curcuvet (Curcuma Longa) en la cura de ombligo se realizó el siguiente ensayo en el escenario productivo Finca Mirabal de la provincia de Mayabeque. Se utilizaron un total 62 crías ovinas a las que se le aplicó cada 24 horas la solución antiséptica. La observación diaria de los animales, la cantidad de veces que fue aplicada la solución hasta la recuperación y el indicador mortalidad fueron las medidas controladas durante la experimentación. Los datos se procesaron con el programa estadístico de comparación de proporciones Comparpro (Font et al. 2007). Los resultados mostraron que entre tres y cuatro veces de aplicación del Curcuvet se logró la cicatrización del ombligo, lo que representó el 35 % (22 crías) en cada caso del total de los tratados. Al 19 % (12 crías) de las tratadas se le aplicó dos veces la solución. Los animales no presentaron reacción adversa al producto, ni hubo muertes durante el ensayo. Se demostró la efectividad del Curcuvet, producto natural con propiedades antisépticas y cicatrizantes elaborado a partir de la Curcuma Longa.
Palabras clave: solución antiséptica, corderos, tratamiento, cordón umbilical

ABSTRACT

The search for sustainable, natural alternatives is a priority in Cuban agriculture. The country needs to reduce imports of veterinary pharmaceuticals and feed additives; therefore, products are being developed from domestically produced natural sources. To demonstrate the effect of Curcuvet (Curcuma longa) on navel wound treatment, the following trial was conducted at the Finca Mirabal farm in the Mayabeque province. A total of 62 lambs were used, and the antiseptic solution was applied to them every 24 hours. Daily observation of the animals, the number of times the solution was applied until recovery, and the mortality rate were the measures monitored during the experiment. The data were processed using the statistical program Comparpro (Font et al. 2007), which compares proportions. The results showed that umbilical cord healing was achieved after three to four applications of Curcuvet, representing 35% (22 lambs) in each case of the total treated animals. The solution was applied twice to 19% (12 lambs) of the treated animals. No adverse reactions to the product were observed, and there were no deaths during the trial. The effectiveness of Curcuvet, a natural product with antiseptic and healing properties made from Curcuma longa, was demonstrated.
Key words: antiseptic solution, lambs, treatment, umbilical cord

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE TORTAS DE PLUKENETIA VOLUBILIS L. DE CUBA Y AMÉRICA LATINA

COMPARISON OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PLUKENETIA VOLUBILIS L. CAKES FROM CUBA AND LATIN AMERICA

Susan Kelly Hernández Lemus[1]* y Madeleidy Martínez Pérez[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*

**Autor para correspondencia: susankellyhl123@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue comparar los principales componentes químicos de tortas de *Plukenetia volubilis* L. de Cuba y América Latina. Se seleccionaron documentos disponibles en bases de datos y tesis de repositorios institucionales. La tabla general de resultados se confeccionó a partir de: la procedencia de la torta (país o región), el tipo de procesamiento o método de extracción, y los principales componentes químicos (MS, PB, cenizas, EE, FDN y FDA). La misma se complementó con datos experimentales de la torta cultivada en Mayabeque, Cuba. Los datos generales pertenecen a tortas de países de Latinoamérica y el Caribe: Perú, Ecuador, Colombia y Cuba (Pinar del Río y Mayabeque). Todas las muestras destacaron por su alto contenido proteico, donde las más ricas en PB fueron las de Perú (55,71 %), Cuba-Pinar del Río (54,41 %) y Cuba-Mayabeque (53,45 %). Las concentraciones de FDN y FDA fueron moderadas y variables, donde el subproducto de Ecuador obtuvo los valores más bajos (16,64 % y 12,70 %) y Cuba-Mayabeque los más altos (27,97 % y 13,24 %), lo que sugiere potenciales diferencias en digestibilidad. La MS superó el 84 % en todos los casos, lo que indica mayor eficiencia en el procesamiento y favorece el almacenamiento. Las cenizas se consideraron bajas (2,62 %-5,83 %) para todas las muestras. El subproducto de Ecuador presentó el mayor contenido de grasa residual (9,05 %), seguido por el de Colombia (7,03 %) y el de Perú (4,79 %), lo que aumenta el riesgo de rancidez, pero también mejoran su valor energético. Los resultados permiten concluir que la composición química de la torta de Sacha inchi varía en dependencia de la región donde se cultiva y el procesamiento al que se somete.

Palabras clave: Sacha inchi, especie oleaginosa, subproducto

ABSTRACT

The objective of the study was to compare the main chemical components of *Plukenetia volubilis* L. cakes from Cuba and Latin America. Documents available in databases and theses from institutional repositories were selected. The general results table was prepared based on: the origin of the cake (country or region), the type of processing or extraction method, and the main chemical components (DM, CP, ash, EE, NDF, and ADF). It was complemented with experimental data from cake grown in Mayabeque, Cuba. The general data come from cakes

from Latin American and Caribbean countries: Peru, Ecuador, Colombia, and Cuba (Pinar del Río and Mayabeque). All samples stood out for their high protein content, with the richest in CP being those from Peru (55.71%), Cuba-Pinar del Río (54.41%), and Cuba-Mayabeque (53.45%). NDF and ADF concentrations were moderate and variable, with the byproduct from Ecuador obtaining the lowest values (16.64% and 12.70%) and Cuba-Mayabeque the highest (27.97% and 13.24%), suggesting potential differences in digestibility. DM exceeded 84% in all cases, indicating greater processing efficiency and favoring storage. Ash content was considered low (2.62%–5.83%) for all samples. The byproduct from Ecuador had the highest residual fat content (9.05%), followed by that from Colombia (7.03%) and Peru (4.79%), which increases the risk of rancidity but also improves their energy value. The results allow concluding that the chemical composition of Sacha inchi cake varies depending on the region where it is grown and the processing it undergoes.

Key words: Sacha inchi, oilseed species, byproduct

INTRODUCCIÓN

Las oleaginosas constituyen uno de los cultivos de mayor producción, investigación y comercialización a nivel mundial. Las semillas cosechadas se utilizan en la industria aceitera para la obtención de aceite, a partir de su procesamiento mediante diferentes métodos de extracción (Dellepiane *et al*., 2023). Entre ellos, los más conocidos son la extracción por prensado en cilindro y por solventes. Como resultado se obtiene la torta residual, que se caracteriza generalmente por presentar alto contenido de proteínas y de cenizas (Vichare y Morya, 2024).

Mediante el análisis de la composición química de las tortas oleaginosas, es posible evaluar su calidad nutricional. De esta forma, conocemos si es segura para utilizarse en la alimentación animal. La mayoría de ellas son altas en proteína y cenizas (Cárdenas *et al*., 2021). Los valores de fibra varían dependiendo de la especie y de las condiciones edafoclimáticas en las que se cultiven (Martínez, 2022). Sin embargo, los valores de grasas dependen del método de extracción que se emplee (Mannucci *et al*., 2019).

La torta de *Plukenetia volubilis* L. (Sacha inchi), por ejemplo, constituye una fuente vegetal con altas potencialidades de uso como alimento animal. Sin embargo, para su inclusión en la dieta de los mismos es necesario el estudio de sus componentes químicos.

Objetivo: Comparar los principales componentes químicos de tortas de *Plukenetia volubilis* L. de Cuba y América Latina**.**

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de bibliografía

Para la selección de los trabajos se realizaron búsquedas de información en las bases de datos: SciELO (Scientific Electronic Library Online), Scopus, ScienceDirect, Redalyc y Web of Science. Además, de tesis especializadas en el tema disponibles en repositorios institucionales. Los términos de búsqueda que se utilizaron para encontrar información sobre la composición química de las tortas de Sacha inchi de diferentes procedencias fueron los siguientes: “torta oleaginosa”, “composición química”, “Sacha inchi”, “*Plukenetia volubilis* L.”, “extracción de aceite”.

Los criterios de selección se basaron en la reducción de la búsqueda para un periodo de tiempo de los últimos diez años (2015-2025) y el idioma (español) que predomina en Latinoamérica y el Caribe, ya que fue de interés para la investigación comparar los resultados de dichas regiones. También se tomó en cuenta el tipo de estudio (análisis de composición química), la procedencia de la torta (país), y el método de extracción de aceite por el cual se obtuvo el subproducto.

Criterios de inclusión y exclusión de estudios

Los criterios específicos de inclusión o exclusión de los trabajos seleccionados se basaron en la presencia de información sobre la composición química de las tortas de Sacha inchi, sus procedencias, métodos de extracción de aceite empleados para la obtención de la torta residual, la disponibilidad de datos cuantitativos, y la utilización de métodos de análisis estandarizados.

Extracción de datos

De los estudios seleccionados se extrajeron los datos de interés, a partir de parámetros clave como: procedencia de la torta de Sacha inchi, método de extracción, composición química (Materia Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extracto Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), y unidades de medida.

Tabla general de resultados

Para la confección de la tabla general de resultados se tomó su procedencia (país o región), el tipo de procesamiento o método de extracción que se utilizó para su obtención, y los principales componentes químicos expresados en porciento. También, se colocó la fuente de la cual se extrajeron los datos, los cuales se ordenaron por año de manera ascendente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los principales resultados de la composición química de tortas de Sacha inchi de diferentes regiones de Latinoamérica y dos provincias de la Región Occidental de Cuba. En el caso de las tortas de Sacha inchi de origen peruano, colombiano y cubano, no se encontraron disponibles en los estudios todos los parámetros de composición química de interés. Por lo que, para la discusión se tomaron en consideración otros datos complementarios como el porciento de humedad, composición de minerales, entre otros. Además, resulta escasa la información disponible sobre la composición nutritiva a partir de la extracción de aceite por el método con solventes. Lo que se puede atribuir a los gastos elevados asociados al tipo de procesamiento.

Tabla 1. Composición química de tortas de Sacha inchi de Cuba y países de América Latina

Procedencia	Método de extracción	Composición química (%)						Fuente
		MS	PB	Cenizas	EE	FDN	FDA	
Perú	Prensado en cilindro en frío + extrusión	94,40	55,71	5,83	4,79	-	-	Rodríguez *et al*. (2018)
Ecuador	Prensado en cilindro a altas temperaturas	89,24	41,49	4,89	9,05	16,64	12,70	Alcívar *et al*. (2020)
Colombia	Prensado	84,21	38,45	2,62	7,03	-	-	Martínez

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

	manual en frío							(2022)
Cuba (Pinar del Río)	Prensado en cilindro a temperatura ambiente	91,86	54,41	5,05	-	30,97	11,84	Scull *et al*. (2022)
Cuba (Mayabeque)	Prensado en cilindro a temperatura ambiente	95,72	53,45	4,89	-	27,97	13,24	Hernández-Lemus (2025)

Como se aprecia en la tabla 1, en el estudio de composición química de la torta de Sacha inchi procesada en cilindro en frío y extruida, realizado por Rodríguez *et al*. (2018) en Perú, se evidenció un bajo contenido de humedad (5,60 %). Al respecto, los investigadores expresaron que pudo deberse al efecto de la temperatura sobre la humedad relativa durante el proceso de extrusión. El EE en este caso indicó una adecuada composición lipídica, ya que plantearon que valores superiores al 10 % puede dificultar el funcionamiento del extrusor. Los autores refirieron que la variación en el contenido de grasa en la torta de Sacha inchi se puede atribuir a la variedad, condiciones climáticas, y el proceso de extracción de aceite.

Plantearon que el incremento en el contenido de cenizas se relaciona con la presencia de minerales como el hierro, que pudo adherirse a la torta durante el proceso de extrusión mediante el doble tornillo. Finalmente, consideraron adecuados los valores obtenidos de fibra (6,60 %) y de carbohidratos (21,47 %).

La torta de Sacha inchi extraída por prensado en cilindro a altas temperaturas en Ecuador (tabla 1), según Alcívar *et al*. (2020) mostró valores de EE y PB adecuados, lo que la convierte en un insumo potencial para las dietas de animales monogástricos. Por otra parte, expresaron que los valores del fraccionamiento fibroso fueron bajos, lo que posibilita su uso en la alimentación animal.

Martínez (2022) planteó que la torta de Sacha inchi extraída en Colombia por prensado manual en frío (tabla 1), presentó un elevado contenido de humedad (15,78 %), valor que representa la cantidad de agua de la muestra, que con frecuencia suele ser acumulación de MS como aceite y proteína. Por lo que en este caso recomendó la necesidad de realizar un secado previo para la utilización y aplicación del subproducto, para llegar a alcanzar entre 7-10 % del indicador y con ella evitar la pérdida de calidad del producto final.

El bajo contenido de cenizas que se obtuvo según Martínez (2022) pudo relacionarse con las características edafoclimáticas del cultivo de la planta. Lo anterior, pudiera haber interferido con el contenido total de minerales y material orgánico de la torta residual. Este autor expresó, además, que el resultado del contenido de grasa (EE) fue superior a partir del empleo del método de procesamiento de extracción manual en frío, en comparación al industrial. Estos últimos suelen ser más eficientes debido a la optimización del proceso, hasta alcanzar porcentajes inferiores al 2 % de grasa.

Scull *et al*. (2022) evaluaron la composición química de la torta de Sacha inchi cultivada en Pinar del Río, Cuba, y extraída mediante el método de prensado en cilindro a temperatura ambiente. Tras analizar los resultados obtenidos (tabla 1) destacó el alto contenido de PB que mostró la

torta, considerándola como una importante fuente de proteína. Sin embargo, plantearon que este resultado se pudo sobreestimar debido a la presencia de compuestos nitrogenados no proteicos.

Asimismo, identificaron valores inferiores de MS que se asocian al ecotipo de la planta, la época de cosecha de la semilla, su método de conservación, labores postcosecha y el proceso de extracción del aceite. A su vez, calificaron los resultados de la FDN y FDA como bajos, y ratificaron que los niveles de pared celular se encuentran en los rangos de 12-30 % MS, lo que debe favorecer el consumo de alimentos y la digestibilidad de nutrientes.

La torta de Sacha inchi cultivada en Mayabeque, Cuba (tabla 1) y procesada mediante prensado en cilindro en frío, según Hernández-Lemus (2025) presentó un contenido elevado de MS. Lo que sugiere una mayor eficiencia en el secado post-procesamiento y una estabilidad superior para el almacenamiento. La PB resultó inferior a la informada por Scull *et al*. (2022), lo que se relacionó con la época de cosecha y la situación geográfica donde se obtuvieron. A diferencia de estos autores quienes adquirieron sus lotes de torta en el segundo semestre del año 2020 en la provincia Pinar del Río, los lotes evaluados en Mayabeque, correspondieron a cosechas realizadas en los meses de diciembre de 2022 y febrero y mayo de 2023.

Por otra parte, el contenido de PB que se obtuvo en Mayabeque fue superior al informado por Alcívar *et al*. (2020) en la torta de Sacha inchi de Ecuador, quienes utilizaron el método de prensado en cilindro extractor a altas temperaturas. Lo anterior contradice lo expresado por Mannucci *et al*. (2019) sobre la disminución del contenido de proteína de las tortas que se extraen en frío, en comparación con los procesamientos que emplean altas temperaturas, donde las concentraciones suelen ser superiores. Es posible que las condiciones edafoclimáticas del cultivo de las plantas, hayan influido en los niveles de proteína de la torta. El autor planteó que de manera general los indicadores del fraccionamiento fibroso obtenidos se encuentran en el rango de diferentes tortas de oleaginosas que provienen de especies vegetales de climas tropicales o templados.

Si se toman en consideración los resultados expuestos con anterioridad, se puede afirmar que la procedencia de la torta, así como el método de extracción de aceite empleado para su obtención como residuo, influyen en su composición química. De ahí la importancia de su estudio en las diferentes regiones donde se obtenga, de manera que sea posible su futura modificación o empleo en la alimentación animal.

CONCLUSIONES

Se concluye que la composición química de la torta de Sacha inchi varía en dependencia del país o región donde se cultive, y el procesamiento al que se somete.

BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, J. L., Martínez, M., Lezcano, P., Scull, I. & Valverde, A. 2020. Technical note on the physical-chemical composition of Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) cake. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 54 (1):19-23, ISSN: 2079-3480. https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/934/1002.

Cárdenas, D. M., Gómez, L. J. & Soto, J. A. 2021. Biological Activity of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) and Potential Uses in Human Health: A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 59 (3): 253-266, ISSN: 1330-9862. https://doi.org/10.17113/ftb.59.03.21.6683.

Dellepiane, A. V., Sánchez, G. E. & Chamorro, A. M. 2023. Importancia económica, usos y propiedades de lino, colza y cártamo. *In: Lino, colza y cártamo. Oleaginosas que aportan a la diversificación productiva*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata EDULP, Buenos Aires, Argentina. Available at: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/158499.

Hernández-Lemus, S. K., Martínez-Pérez, M., García, H. Y., Herrera, G. H., Scull, R. I. & Villanueva, D. M. 2025. Composición química y propiedades físicas de la fracción fibrosa de diferentes lotes de producción de torta de *Plukenetia volubilis* L. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 59 (enero-diciembre 2025): 1-7, ISSN: 2079-3480. https://cu-id.com/1996/v59e10.

Mannucci, A., Castagna, A., Santin, M., Serra, A., Mele, M. & Ranieri, A. 2019. Quality of flaxseed oil cake under diferent storage conditions. *LWT- Food Science and Technology*, 104: 84-90. ISSN: 0023-6438. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.035.

Martínez, P. A. 2022. Caracterización de las propiedades tecnológicas de la torta residual de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): para su aprovechamiento en un producto panificado. *Tesis de Diploma*, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 41pp.

Rodríguez, G., Avellaneda, S., Pardo, R., Villanueva, E. & Aguirre, E. 2018. Pan de molde enriquecido con torta extruida de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Química, reología, textura y aceptabilidad. *Scientia Agropecuaria*, 9(2): 199-208. ISSN: 2077-9917. https://www.10.17268/sci.agropecu.2018.02.04.

Scull, I., García, Y., Ortega, D., Albelo, N., Sosa, D., Valiño, E. C. & García, Y. 2022. Chemical characterization of *Plukenetia volubilis* (Sacha inchi) cake cultivated in Cuba. Technical note. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(4): 1-6. ISSN: 0864-0408. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653774895008.

Vichare, S. A. & Morya, S. 2024. Exploring waste utilization potential: nutritional, functional and medicinal properties of oilseed cakes. *Frontiers in Food Science and Technology*, 4. ISSN: 2674-1121. https://doi.org/10.3389/frfst.2024.1441029.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRATAMIENTOS QUÍMICOS EN LA COMPOSICIÓN FITOQUÍMICA DE TORTAS DE SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS)

EVALUATION OF THE EFFECT OF CHEMICAL TREATMENTS ON THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF SACHA INCHI (PLUKENETIA VOLUBILIS) CAKES

Hilda Herrera Galindo*, Madeleidy Martínez Pérez,
Daniela Sanabria Rodríguez, Nereyda Albelo Dorta

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

**Autor para correspondencia: licfar.hildahg@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tratamientos químicos sobre la composición fitoquímica de tortas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Se formaron cuatro grupos: un grupo control y tres sometidos a tratamientos con ácido acético, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio, respectivamente. Todas las muestras se maceraron con etanol al 90 % v/v durante 48 horas y, transcurrido ese plazo, se realizó el tamizaje fitoquímico. Los tratamientos químicos redujeron significativamente los compuestos amino, saponinas y taninos en comparación con el control. El tratamiento con ácido acético se considera el más adecuado para disminuir estos factores antinutricionales., que asegura la coherencia técnica y la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales.

Palabras clave: fitoquímica, tamizaje, factores antinutricionales

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of chemical treatments on the phytochemical composition of sacha inchi (Plukenetia volubilis) cakes. Four groups were formed: a control group and three groups treated with acetic acid, sodium carbonate, and sodium bicarbonate, respectively. All samples were macerated with 90% v/v ethanol for 48 hours, after which phytochemical screening was performed. The chemical treatments significantly reduced amino compounds, saponins, and tannins compared to the control. The acetic acid treatment is considered the most suitable for reducing these antinutritional factors, ensuring technical consistency and sustainability in natural resource management.

Key words: antinutritional factors phytochemistry, screening

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se emplean diversos recursos alternativos en la alimentación animal con el objetivo de disminuir importaciones, reducir gastos y aliviar la competencia entre animales y humanos por los mismos alimentos. La sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) es una oleaginosa con elevado potencial proteico, pero la presencia de fibra dietética y metabolitos secundarios limita el aprovechamiento de este subproducto. Por ello, es necesario estudiar diferentes métodos de procesamiento que mejoren su valor nutritivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental. El experimento se realizó en el Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Ciencia Animal (ICA). El centro está situado en el km 47½ de la Carretera Central, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Diseño y tratamiento experimental: Se formaron cuatro grupos con la torta de Sacha inchi: un grupo control y otros tres que se trataron con soluciones de ácido acético, carbonato de sodio y bicarbonato de sodio respectivamente.

Proceso experimental: Se analizó cualitativamente el contenido de compuestos secundarios según la metodología de Miranda y Cuellar (2000). Para realizar el tamizaje fitoquímico se tomaron muestras por duplicado de cada tratamiento, 5 g cada una, y se sometieron a un proceso de extracción por maceración con etanol 90 % v/v durante 48 horas. Luego, se filtraron por gravedad y el filtrado se conservó en frascos de cristal de color ámbar. Posteriormente, se procedió a la determinación de las sustancias solubles en cada uno de los extractos y se utilizó el sistema de cruces para indicar la presencia o ausencia de los metabolitos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis cualitativo de metabolitos secundarios en la torta de Sacha inchi tratada por métodos químicos se muestran en la tabla 1. La presencia de grupos ą amino es significativamente abundante en la torta cruda, los que tomaron una coloración azul violacea. Los tratamientos redujeron la presencia de estos compuestos (fig.1y fig.2), siendo el grupo tratado con ácido acético el más eficaz.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de torta de Sacha inchi tratada por métodos químicos

No.	G Amino	Saponinas	Fenoles (FlCl3)	Taninos	Alcaloides	Flavonoides
150	+++	+++	+/-	+	+	+
151	+++	+++	+/-	+	+	+
217	-	-	+/-	-	+	+
218	-	-	+/-	-	+	+
221	+	-	+/-	+	+	+
222	+	-	+/-	+	+	+
225	+	-	+/-	-	+	+
226	+	-	+/-	-	+	+

+++: francamente positivo. +: positivo. -: negativo. +/-: inconcluso

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

En el caso de las saponinas, la torta cruda también mostró abundancia de estos metabolitos, manteniendo un alto índice de espuma sostenida (fig. 3). Todos los tratamientos realizados lograron su disminución apreciable (fig. 4). Las saponinas son glucósidos (una parte azúcar + una parte lipídica llamada aglicona. Tanto ácidos como álcalis rompen el enlace entre la cadena de azúcares y la aglicona (Yu *et al.*, 2026). Al liberar las sapogeninas (forma no glicosilada), estas son menos solubles en agua y pueden precipitar o extraerse selectivamente, reduciendo así el contenido detectable de saponinas totales. El efecto de sales de carbonato (como Na_2CO_3 o K_2CO_3) sobre saponinas no es igual al de hidróxidos fuertes (NaOH/KOH) ni al de ácidos. Actúan de forma más suave y parcial, ya que su pH es moderadamente alcalino. No hidrolizan completamente el enlace glucosídico de las saponinas a temperatura ambiente, su principal efecto es salino + cambio de solubilidad favoreciendo la precipitación o extracción selectiva de saponinas en medios acuosos, pero sin destruirlas químicamente (Gonzáles et al. 2014). Por lo tanto, se considera el tratamiento ácido el más adecuado.

Otro de los metabolitos que se redujo fueron los taninos (fig. 5). Ante cualquiera de estos tratamientos los taninos hidrolizables se rompen en ácidos + azúcares y los condensados sufren polimerización. Por lo que disminuye su contenido medible por métodos como la precipitación por gelatina (Li *et al.*, 2020; Zhao *et al.*, 2020).



Fig 1



Fig 2



Fig 3



Fig 4



Fig 5

CONCLUSIONES

El tratamiento con ácido acético es el más adecuado ya que reduce mayor cantidad de metabolitos respecto al resto.

BIBLIOGRAFÍA

Alcívar, J. L., Martínez Pérez, M., Lezcano, P., Scull, I., & Valverde, A. 2020. Nota técnica sobre la composición físico-química de la torta de Sacha inchi (Plukenetia volubilis). Cuban Journal of Agricultural Science, 54(1), 19-23.

Canbolat, O., Ozkan, C. O., & Kamalak, A. 2007. Effects of NaOH treatment on condensed tannin contents and gas production kinetics of tree leaves. Animal Feed Science and Technology, 138(2), 189-194.

Friedman, M. 2004. Applications of the ninhydrin reaction for analysis of amino acids, peptides, and proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52(3), 385–406.

Gonzales, G. B., Smagghe, G., Raes, K., & Van Camp, J. 2014. Combined alkaline hydrolysis and ultrasound-assisted extraction for the release of nonextractable phenolics from cauliflower waste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 62(15), 3371–3376.

Herrera Varela, D., Hernández Lemus, S. K., García Hernández, Y., & Martínez-Pérez, M. 2025. Potencialidades de la torta de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L) para la alimentación de monogástricos. Avances en Investigación Agropecuaria, 29, 40-53.

Li, T., Song, J., Zhang, Z., & Jiang, G. 2020. Research progress of degradation methods of condensed tannin. Chemistry and Industry of Forest Products, 40(5), 10-16.

Miranda, M., & Cuellar, A. 2000. Manual de prácticas de fitoquímica.

Wolf, C. 2020. Ninhydrin revisited: Quantitative chirality recognition of amines and amino alcohols. The Journal of Organic Chemistry, 85(15), 9844–9854.

Yoshikawa, M., et al. 2005. Fractionation of soybean functional glycosides from soy-waste based on the chemical reaction of soyasaponin β g. Food Chemistry, 93(4), 591–597.

Yu, W., et al. 2026. Efficient alcoholysis of saponins to diosgenin catalyzed by sulfonated biochar. Bioresource Technology, 363, Article 134669.

Zhao, C., et al. 2020. Degradation mechanism of Acacia mangium tannin in NaOH/urea aqueous solution. International Journal of Adhesion and Adhesives, 99, Article 102567.

INTERJOVEN

USO DEL ADITIVO VZ/EMF EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS

USE OF ADITIVES VZ/EMF IN THE ALIMENTATION OF CALF

Dainelis Casanova Rivera[1]*, Melanis Domínguez[1], Daiky Valenciaga[1], Bertha Chongo[1], Damaris Fontez[1] y Alejandro Mejías[1]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*

**Autor para correspondencia: dcasanova@ica.co.cu*

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal (ICA) con el objetivo de evaluar el efecto del aditivo VZ/EMF en la alimentación de terneros en confinamiento. Catorce terneros (ambos sexos) de raza Mestizos Siboney de más de 90 días de edad/60-70kg peso vivo, fueron asignados al azar a dos tratamientos, 7 animales por tratamiento distribuidos en un diseño completamente aleatorizado (DCA) durante 60 días. Los tratamientos fueron: T1 (Control, 2kg de concentrado a/d + forraje voluntad) T2 (2kg de concentrado a/d + 50 g/a/d de aditivo + forraje voluntad). Se registró el peso vivo cada 7 días y se determinó el consumo de alimentos diariamente como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. Los resultados se analizaron mediante modelos lineales del paquete estadístico SAS. El consumo de alimentos y el peso vivo de los animales no se vio afectado por la inclusión de VZ/EMF.

Palabras clave: terneros, aditivo, peso vivo

ABSTRACT

The study was conducted in experimental areas of the Institute of Animal Science (ICA) with the objective of evaluating the effect of the VZ/EMF additive on the feeding of calves in confinement. Fourteen Siboney crossbred calves (both sexes), over 90 days old and weighing 60-70 kg, were randomly assigned to two treatments, with 7 animals per treatment, distributed in a completely randomized design (CRD) for 60 days. The treatments were: T1 (Control, 2 kg of concentrate a/d + ad libitum forage) and T2 (2 kg of concentrate a/d + 50 g/a/d of additive + ad libitum forage). Live weight was recorded every 7 days, and daily feed intake was determined as the difference between the amount offered and refused. The results were analyzed using linear models from the SAS statistical package. Feed intake and live weight were not affected by the inclusion of VZ/EMF. The inclusion of VZ/EMF did not affect the animals' feed intake or live weight.

Key words: calves, additive, live weight

INTRODUCCIÓN

La estabulación de terneras es una estrategia de alimentación complementaria que tiene como objetivo mejorar la ganancia de peso vivo, compensar la baja oferta de pastos en el periodo secos, liberar áreas para otras categorías y sostener altas cargas en la época de primavera (Ceconi y

Elizalde, 2008; Simeone y Beretta, 2008) Los altos pesos obtenidos a la salida del corral permiten disminuir la edad de primer entore en la recría de las hembras y reducir edad de faena en el caso de los machos. (Ceconi *et al*., 2022; Zabalveytia, 2024).

Muchos factores ambientales, fisiológicos y de manejo influyen en la tasa de crecimiento – desarrollo de una hembra bovina joven (añojas y novillas), pero es la nutrición, bajo condiciones del trópico, la que mayor peso tiene en este comportamiento (Clanton *et al*., 1983)

Un aditivo es un producto incluido en la formulación de una dieta a un nivel bajo cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento ofrecido (Uitz-Huchin y Jaimes-Jaimes, 2012; Milián *et al*., 2022). En países como Brasil es na alternativa para mejorar la eficiencia al alimentar animales estabulados (Fugita *et al*., 2013).

El aditivo VZ/EMF es de origen nacional y con un alto valor nutricional (17 aminoácidos, 15 minerales, 5 ácidos grasos, 4 vitaminas, proteína bruta y polifenoles) que mejoran la calidad de la dieta, incide en la disminución de diarreas y favorece la eficiencia de utilización de los nutrientes y por ende al desarrollo y ganancia de peso en los animales. Sin embargo, a pesar de haber sido utilizado en animales monogástrico y en búfalos no ha sido utilizado en la alimentación de terneros.

Objetivo: Evaluar el efecto del aditivo VZ/EMF en la alimentación de terneros en confinamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en áreas experimentales del Instituto de Ciencia Animal (ICA), localizado a 22º 53' de latitud norte y los 82º 02' de longitud oeste y 92 msnm, municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque de la República de Cuba.

Animales y manejo por ciclo productivo

Se utilizaron catorce terneros (ambos sexos) de raza Mestizos Siboney de más de 90 días de edad y 60-70kg peso vivo, nacidos de vacas de las cinco lecherías del ICA asignados al azar a dos tratamientos con un total de 7 animales por cada uno distribuidos en un diseño completamente aleatorizado (DCA) durante 60 días. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1 –Control, 2kg de concentrado a/d + forraje voluntad

T2- 2kg de concentrado a/d + 50 g/a/d de aditivo + forraje voluntad

Los animales fueron introducidos gradualmente a la nueva dieta durante 5-7 días (aprox). Se les ofreció 2 kg de concentrado por animal por día, el aditivo se ofreció de manera escalonada por día (10, 20, 30, 40 y 50g) hasta llegar a los 50g diarios por animal. Finalizado el periodo de adaptación los animales fueron pesados y el registro se consideró como peso vivo de inicio de experimento.

Los animales durante todo el periodo se encontraron alojados en dos corrales (uno por tratamiento) en los cuales disponían de agua a voluntad. El alimento se ofreció diariamente en la mañana en comederos por tratamientos.

Muestreos y mediciones

Se registró el PV cada 7 días temprano en la mañana en una báscula móvil, posteriormente se determinará la GMD.

Se determinó el consumo de alimentos diariamente como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. Muestras de suplemento ofrecido y rechazado se colectaron semanalmente y se colocaron en estufa para determinar peso seco, se conservaron para posterior análisis químico.

Análisis químico

Se determinó el contenido de MS (método 934.01), materia orgánica (OM, método 942.05), proteína cruda (PC; N × 6,25; método 984.13) y extracto etéreo (EE, método 920.39) según AOAC (1990), AOAC (2007). El contenido de N insoluble en detergente acido, FDN usando α-amilasa y corrigido por contaminación con cenizas (aFDNmo) y fibra detergente ácido (FDAmo) se determinó según Goering y Van Soest (1970).

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron mediante modelos lineales del paquete estadístico SAS versión 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso del aditivo VZ/EMF no tuvo efecto sobre el consumo de alimentos (P < 0,05). Uitz-Huchin y Jaimes-Jaimes (2012), evaluaron el efecto de adicionar distintos aditivos prebióticos y prebióticos en el comportamiento de terneros lactantes y no evidenciaron diferencias significativas (P < 0,01) en ninguna de las variables analizadas. En la Tabla 1 se presentan los principales resultados del análisis químico de los alimentos ofrecidos

Tabla 1. Principales resultados químicos de los alimentos ofrecidos

Muestras	MS	PB	C	FDN	FDA	LIG	CEL
Pienso	88.54	14.4	18.32	50.75	12.98	1.71	8.79
Forraje	93.11	-	10.52	77.1	50.54	-	-

En la Tabla 2 se presentan los principales resultados peso vivo y ganancia media diaria. El uso del aditivo VZ/EMF no tuvo efecto sobre el peso vivo ni la ganancia media diaria (P < 0,05) de los animales, aunque si se evidenció una mejora del 14% en el peso vivo de los animales que consumieron el aditivo respecto a aquellos que no lo consumieron (Tabla 2). Fugita *et al.* (2013), en un estudio realizado con tres aditivos (aceites funcionales, OLI; confimax, MAX y levadura, LEV) reportaron diferencias significativas (P<0,01) entre el peso vivo final de los tratamientos MAX y OLI debido a un número mayor inclusión de aditivos en la dieta lo que benefició la productividad.

Tabla 2. Principales resultados de peso vivo y ganancia media diaria

PV (kg)	Tratamiento1	Tratamiento 2
inicio	52.8	62.3
final	67.8	77.4
GMD (kg)	0.349[a]	0.351[a]

Letras minúsculas distintas diferencias significativas para P < 0,05.

CONCLUSIONES

El consumo de alimentos y el peso vivo de los animales no se vio afectado por la inclusión de VZ/EMF.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC International (Association of Official Analytical Chemists). 2007. Official Methods of Analysis. Arlington, *VA: AOAC International*. 98.13.

AOAC International (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. Arlington, *VA: AOAC International*.

Ceconi I, Elizalde J. 2008. Encierre estratégico de terneros. Análisis de casos reales en sistemas de producción de carne. Gral. Villegas. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)*. 64 p.

Ceconi, I., Méndez, D., Davies, P., Flores, J., Garcilazo, G., Antenao, J. & Elizalde, J. 2022. Recría de terneros a corral: ganancia de peso, peso de ingreso, manejo de la alimentación. *IDIA 21*, 2 (1):80-86.

Clanton, D.C., Jones, L.E. & England. M.E. 1983. Effect or rate and time of gain after weaning on the divelopment of beef Heifers. *J. Aim. Sci.*, 56:280

Fugita, C.A., Prado, I.N., Torrecilhas, J.A., Sato, V.A., Valero, M.V., Ornaghi, M.G., Cortez, R.A., Guerrero, A. & Sañudo C. 2013. Efecto de la inclusión de aditivos en la dieta sobre los parámetros productivos de terneros mestizos. *XV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II*, 622-624.

Goering, H.K., Van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington: U.S. *Agricultural Research Service*. 20p. Agriculture handbook, 379.

Milián, G., Beruvides, A., Perez, Y., Rodrigez, M., Rondon, A. J., Perez, M. L. & Placeres, I. 2022. Efecto de la inclucion de aditivo zootécnico SUBTILPROBIO en la producción de diferentes categorías pecuarias en elterritorio matancero. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56 (3).

Simeone, A. & Beretta, V. 2008. Encierre de terneros o sistema ADT. En: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10.ª, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. *EEMAC, Unidad de Producción Intensiva de Carne*. p. 38-39.

Uitz-Huchin, J. A & Jaimes-Jaimes, J. 2012. Efecto de la adición de prebióticos y prebióticos en el comportamiento de terneros lactantes Holsteins. *Revista Chapingo serie zona árida*, 11 (1), 51-56.

Zabalveytia, N. 2024 Evaluación del corral invernal de terneros: efecto del nivel y tipo de dieta sobre el crecimiento animal y la eficiencia de conversión del alimento en el período invierno-primavera. *Tesis Magíster en Ciencias Agrarias Opción Ciencias Animales*. Universidad de la República del Uruguay.

INTERJOVEN

DINÁMICA DE INFECCIONES POR PATÓGENOS TRANSMITIDOS POR GARRAPATAS EN BOVINOS Y RHIPICEPHALUS MICROPLUS

DYNAMICS OF TICK-BORNE PATHOGEN INFECTIONS IN CATTLE AND RHIPICEPHALUS MICROPLUS

Elianne Piloto-Sardiñas[1,2], Angélique Foucault-Simonin1, Alejandra Wu-Chuang[2], Lourdes Mateos-Hernández[2], Roxana Marrero-Perera[1], Lianet Abuin-Denis[2], Lisset Roblejo-Arias[1], Cristian Díaz-Corona[1], Zbigniew Zając[3], Joanna Kulisz[3], Aneta Wozniak[3], Sara Moutailler[2], Belkis Corona-González[1], Alejandro Cabezas-Cruz[2]

---

[1]Dirección de Salud Animal, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.
[2]ANSES, INRAE, Escuela Nacional Veterinaria de Alfort, UMR BIPAR, Laboratorio de Salud Animal, Francia.
[3]Departamento de Biología y Parasitología, Universidad Médica de Lublin, Polonia.
Autor para correspondencia: elianne9409@gmail.com

RESUMEN

Los patógenos transmitidos por garrapatas (TBPs) representan una amenaza significativa para el ganado bovino. Este estudio investigó TBPs en bovinos y garrapatas en cuatro puntos de muestreo mediante PCR microfluídica en tiempo real. Los resultados revelaron que *Rhipicephalus microplus* infestaba a todos los animales. Entre los TBPs detectados en bovinos, *Anaplasma marginale* fue el más frecuente (96.9%), a menudo como infección única, aunque también se observaron infecciones mixtas con *Rickettsia felis*, *Rickettsia* sp. y *Anaplasma* sp. En garrapatas, *A. marginale* fue predominante (45.8%), junto con *R. felis* (16.7%), *Rickettsia* sp. (4.17%) y *Ehrlichia* sp. (8.33%). Aunque *A. marginale* infectó consistentemente a todos los bovinos en los diferentes muestreos, este patógeno no se detectó en todas las garrapatas, sugiriendo una dinámica compleja de adquisición del patógeno por las garrapatas. El análisis filogenético basado en fragmentos del gen 16S rDNA reveló la presencia de cepas de *A. marginale* y *Anaplasma platys* en bovinos. Estos hallazgos subrayan la presencia de múltiples TBPs en bovinos y garrapatas, siendo *A. marginale* el más prevalente. Comprender la dinámica y filogenia de los TBPs es crucial para desarrollar estrategias de control efectivas para mitigar las enfermedades transmitidas por garrapatas en el ganado.

Palabras clave: dinámica, patógenos transmitidos por garrapatas, bovinos, garrapatas, PCR microfluídica en tiempo real

ABSTRACT

Tick-borne pathogens (TBPs) pose a significant threat to livestock, including bovine species. This study investigated TBPs in cattle and ticks across four sampling points using real-time microfluidic PCR. Results revealed that *Rhipicephalus microplus* ticks infested all animals. Among TBPs detected in cattle, *Anaplasma marginale* was the most frequent (96.9%), often as a single infection, although mixed infections with *Rickettsia felis*, Rickettsia sp., and *Anaplasma* sp. were also observed. In ticks, *A. marginale* was predominant (45.8%), along with *R. felis*

(16.7%), *Rickettsia* sp. (4.17%), and *Ehrlichia* sp. (8.33%). Although *A. marginale* consistently infected all cattle across different sampling times, this pathogen was not detected in all ticks, suggesting a complex dynamic of pathogen acquisition by ticks. Phylogenetic analysis based on amplified 16S rDNA gene fragments revealed the presence of *A. marginale* and *Anaplasma platys* strains in bovines. These findings underscore the presence of multiple TBPs in both cattle and ticks, with *A. marginale* being the most prevalent. Understanding the dynamics and phylogenetics of TBPs is crucial for developing effective control strategies to mitigate tick-borne diseases in livestock.

Key words: Dynamics, tick-borne pathogens, cattle, ticks, real-time microfluidic PCR

INTRODUCCIÓN

Los patógenos transmitidos por garrapatas (TBPs) representan un problema significativo a nivel global, particularmente en regiones tropicales y subtropicales, afectando la industria ganadera y la salud animal (Kolte *et al.,* 2017; Satti *et al.,* 2021). Los principales patógenos responsables de la pérdida de productividad y problemas de salud en el ganado son protozoos transmitidos por garrapatas como *Babesia* (*B. bovis* y *B. bigemina*) y *Theileria*, así como patógenos rickettsiales como *Anaplasma* y *Ehrlichia* (1, 3, 4) En Cuba, los principales patógenos que afectan al ganado son *B. bovis*, *B. bigemina* y *A. marginale*, causando un complejo denominado fiebre de la garrapata bovina, cuyo vector principal es *Rhipicephalus microplus* (Suarez *et al.,* 2011; Obregón *et al.,* 2020). Las condiciones climáticas en Cuba, caracterizadas por alta temperatura y humedad relativa, promueven la supervivencia de *R. microplus* y la infestación en bovinos. La presencia de patógenos, la susceptibilidad del hospedero, el aumento de las poblaciones de garrapatas y la infestación subsiguiente contribuyen a la transmisión de estos patógenos.

La anaplasmosis bovina afecta a bovinos de todas las edades, con mayor susceptibilidad y desarrollo de la enfermedad a medida que los animales envejecen. Los signos clínicos incluyen anorexia, ictericia, aborto, pérdida de peso, reducción de la producción de carne y leche, y en casos graves, la muerte. *Anaplasma marginale* produce una infección persistente, resultando en animales portadores asintomáticos (Aubry *et al.,* 2011). Considerando la amenaza significativa de las enfermedades por TBPs para las poblaciones ganaderas y su potencial zoonótico, la identificación confiable y rápida de los agentes causales es crucial. Las técnicas moleculares basadas en PCR ofrecen alta sensibilidad y especificidad, pero tienen limitaciones como la incapacidad de detectar numerosos patógenos simultáneamente. Para superar estas limitaciones, se emplean técnicas basadas en microfluídica, una variante de PCR en tiempo real que permite la detección simultánea de patógenos y es ampliamente utilizada en estudios epidemiológicos.

Objetivo: Detectar simultáneamente patógenos transmitidos por garrapatas de diferentes etiologías en bovinos y garrapatas mediante PCR microfluídica en tiempo real, y analizar sus patrones de infección a lo largo del tiempo, con especial énfasis en *Anaplasma marginale*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Se realizó un estudio longitudinal en una finca de la provincia Mayabeque, Cuba, desde marzo de 2020 hasta marzo de 2021. Se enfocó en ocho bovinos hembras seleccionadas aleatoriamente al inicio de la investigación. Se tomaron muestras en diferentes momentos durante los períodos climáticos seco y húmedo (dos muestras por período),

totalizando 32 muestras bovinas. Todos los animales pertenecían a la raza Siboney, eran mayores de 2 años y se criaron extensivamente en pastoreo sin tratamiento acaricida. Se recolectaron garrapatas hembras ingurgitadas de animales infestados en julio y septiembre de 2020, y en marzo de 2021.

Parámetros hematológicos: Se determinaron hematocrito, recuento total de leucocitos y proteína total para evaluar el estado de salud de los animales (Alberghina *et al.*, 2011).

Recolección e identificación de garrapatas: Las garrapatas se identificaron morfológicamente usando claves taxonómicas estandarizadas y se preservaron en etanol al 70% a -80°C.

Extracción de ADN: El ADN de muestras de sangre y garrapatas se extrajo usando el kit Wizard Genomic DNA Purification (Promega).

Detección molecular de TBPs: Se utilizó PCR microfluídica en tiempo real con chips 48.48 Dynamic Array™ IFC y el sistema BioMark™. Se detectaron 27 especies bacterianas, 7 especies de parásitos, 5 géneros bacterianos y 3 taxones de parásitos.

Identificación de especies de *Anaplasma*: Muestras positivas para *Anaplasma* spp. se analizaron mediante PCR convencional y anidada del gen 16S rDNA, seguido de secuenciación.

Análisis filogenético: Se infirió la relación filogenética de las secuencias de *Anaplasma* spp. usando el gen 16S rDNA con el método de Máxima Verosimilitud en MEGA 11.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los animales presentaron valores de hematocrito y proteína total dentro del rango fisiológico normal para la especie bovina. Sin embargo, al inicio del estudio, cuatro animales mostraron leucocitosis elevada. Un total de 350 garrapatas adultas (153 hembras y 197 machos) fueron identificadas morfológicamente como *R. microplus*. El estudio reveló la presencia de varios TBPs en las muestras de sangre. *Anaplasma marginale* se detectó en 31 de 32 muestras (96.9%), seguido de *Rickettsia felis* en cuatro muestras (12.5%), *Rickettsia* sp. no caracterizada en dos muestras (6.25%), y *Anaplasma* spp. en una muestra (3.12%). *Anaplasma marginale* fue el único patógeno detectado en 26 muestras (81.3%) como infección única. Las infecciones mixtas se encontraron en seis muestras, siendo *R. felis* + *A. marginale* la coinfección más común (9.38%). En garrapatas, *A. marginale* se detectó en 11 (45.8%), *R. felis* en cuatro (16.7%), *Ehrlichia* spp. en dos (8.33%) y *Rickettsia* spp. en una (4.17%). *Anaplasma marginale* fue la más común en infecciones únicas (33.3%). Todos los animales dieron positivo para *A. marginale* a lo largo de los cuatro puntos de tiempo, excepto en el animal C7 donde solo se detectó *Anaplasma* spp. a nivel de género (Figura 1). Infecciones con otros patógenos como *Rickettsia* spp. y *R. felis* no fueron persistentes en el tiempo. Cabe destacar que, aunque *A. marginale* infectó consistentemente a todos los bovinos, este patógeno no se detectó en todas las garrapatas, sugiriendo una dinámica compleja de adquisición (Figura 1).

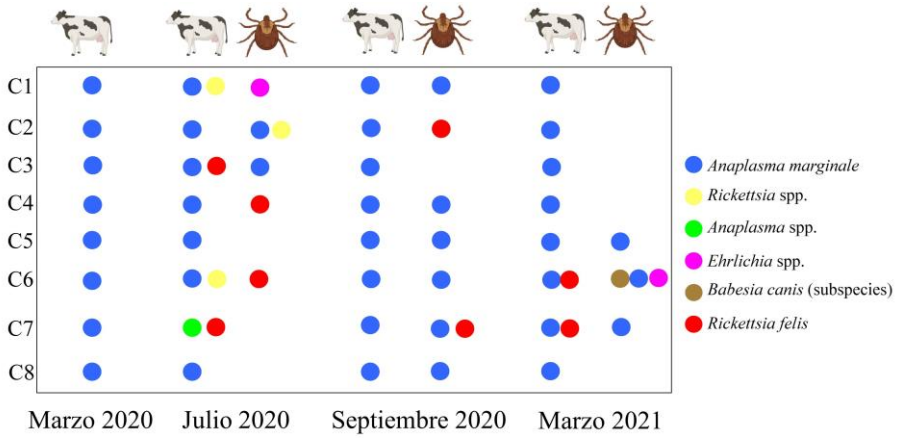


Figura 1. Dinámica de los patógenos transmitidos por garrapatas detectados en bovinos y *R. microplus* mediante PCR microfluídica en tiempo real.

La falta de infección de garrapatas adultas ingurgitadas en bovinos persistentemente infectados puede atribuirse a una combinación de factores: baja carga microbiana durante niveles variables de rickettsemia, interacciones negativas entre *A. marginale* y otros microorganismos en el sitio de alimentación, inmunidad de la garrapata o resistencia a *A. marginale*, y el desarrollo de una respuesta inmune robusta en el hospedero que podría interferir con la aptitud de la garrapata (Snellgrove *et al.*, 2020; Chien *et al.*, 2019).

El análisis filogenético confirmó la presencia de *A. marginale* y *A. platys* en los animales. Este estudio proporciona la primera evidencia molecular de infección por *A. platys* en *R. microplus* y bovinos, y el primer reporte de infección mixta entre *A. marginale* y *A. platys* en bovinos cubanos. La presencia de *A. platys* en bovinos adquiere mayor importancia al considerar que no había perros ni gatos en el sistema y ninguna garrapata fue identificada como *R. sanguineus*, sugiriendo que *R. microplus* podría desempeñar un papel en la transmisión de *A. platys*. Estos hallazgos son significativos no solo para la salud animal sino también para la salud humana, dado el potencial zoonótico documentado de *A. platys*.

CONCLUSIONES

Este estudio preliminar investigó la detección simultánea y la dinámica de TBPs en bovinos y garrapatas sanas mediante PCR microfluídica en tiempo real, encontrando que *A. marginale* fue el patógeno más común en ambas muestras. Se observaron infecciones únicas y mixtas, siendo la coinfección de *R. felis* y *A. marginale* la más frecuente, mientras que *A. marginale* se detectó consistentemente en todos los bovinos a lo largo del estudio, indicando su presencia persistente, a diferencia de *Rickettsia* spp. y *R. felis* que no fueron persistentes. El análisis filogenético reveló similitud con *A. marginale* y *A. platys*, cuyas secuencias se agruparon con cepas de diferentes ubicaciones geográficas, sugiriendo una amplia distribución de estos patógenos. Estos hallazgos enfatizan la importancia de monitorear y comprender la ocurrencia y dinámica de los PTG en bovinos y garrapatas, ya que representan una amenaza potencial para la salud del ganado y resaltan la necesidad de estrategias efectivas de control y prevención.

BIBLIOGRAFÍA

Alberghina, D., Giannetto, C., Vazzana, I., Ferrantelli, V. & Piccione, G. 2011. Reference intervals for total protein concentration, serum protein fractions, and albumin/globulin ratios in clinically healthy dairy cows. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 23(1) : 111-114.

Aubry, P. & Dorothy, W.G. 2011. A review of bovine anaplasmosis. Transboundary and emerging diseases. 58(1): 1-30.

Chien, N.T.H., Nguyen, T.L., Bui, K.L., Van Nguyen, T. & Le, T.H. 2019. Anaplasma marginale and A. platys characterized from dairy and indigenous cattle and dogs in northern Vietnam. The Korean Journal of Parasitology. 57(1): 43.

Kolte, S.W., Larcombe, S.D., Jadhao, S.G., Magar, S.P., Warthi, G., Kurkure, N.V., Glass, E.J. & Shiels, B.R. 2017. PCR diagnosis of tick-borne pathogens in Maharashtra state, India indicates fitness cost associated with carrier infections is greater for crossbreed than native cattle breeds. Plos one. 12(3) : 0174595.

Obregón Alvarez, D., Corona-González, B., Rodríguez-Mallón, A., Rodríguez Gonzalez, I., Alfonso, P., Noda Ramos, A.A., Díaz-Sánchez, A.A., González Navarrete, M., Rodríguez Fernández, R., Méndez Mellor, L. 2020. Ticks and tick-borne diseases in Cuba, half a century of scientific research. Pathogens. 9(8): 616.

Salinas-Estrella, E., Amaro-Estrada, I., Cobaxin-Cárdenas, M.E., Preciado de la Torre, J.F. Rodríguez, S.D. 2022. Bovine Anaplasmosis: Will there ever be an almighty effective vaccine? Frontiers in Veterinary Science. 9: 946545.

Satti, R.A.; Awadelkareem, E.A.; Suganuma, K.; Salim, B.; Inoue, N.; Xuan, X.; Rehan, S. & Mossaad, E. 2021. Cattle anaplasmosis and babesiosis: Major tick-borne diseases affecting the cattle industry in Khartoum State, Sudan. Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports. 26: 100632.

Snellgrove, A.N., Krapiunaya, I., Ford, S.L., Stanley, H.M., Wickson, A.G., Hartzer, K.L. & Levin, M.L. 2020. Vector competence of Rhipicephalus sanguineus sensu stricto for Anaplasma platys. Ticks and tick-borne diseases. 11(6) : 101517.

Suarez, C.E. & Noh, S. 2011. Emerging perspectives in the research of bovine babesiosis and anaplasmosis. Vet Parasitol. 180(1-2): 109–125.

INTERJOVEN

CULTIVO EN PLANTA PILOTO DE PICHIA GUILLIERMONDII LEVICA-27 PARA SU USO COMO ADITIVO ZOOTÉCNICO

CULTIVATION IN A PILOT PLANT OF PICHIA GUILLIERMONDII LEVICA-27 FOR USE AS ZOOTECHNICAL ADDITIVE

Yaneisy García Hernández[1*], Dailyn Sosa Cossio[1],
Bexy González Mora[2], Julio C. Dustet Mendoza[2]

[1]*Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.*

[2]*Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (CUJAE), Cuba.*

Autor para correspondencia: yaneisyg@gmail.com

RESUMEN

Pichia guilliermondii LEVICA-27 es una levadura con potencialidades para ser utilizada como aditivo zootécnico. Actualmente, se trabaja en el diseño de su proceso de obtención a escalas superiores. De ahí que el objetivo del presente trabajo fue cultivar en planta piloto a *P. guilliermondii* LEVICA-27 para su uso como aditivo zootécnico. La levadura se activó en condiciones de laboratorio a 110 min^{-1}, 30 ºC y 24 h de incubación mediante dos subcultivos en caldo YPG (extracto de levadura 1%, peptona 2% y glucosa 2%, p/v). A partir de la cepa activada, se obtuvieron 100 mL de LEVICA-27 en iguales condiciones y un medio con melaza de caña de azúcar (2%, v/v), urea (1%, p/v). Este cultivo se propagó hasta la obtención del inóculo con volumen 2,5 L. El proceso de fermentación en planta piloto se realizó por duplicado en un biorreactor F42 L de volumen total. Se utilizó un volumen efectivo de 25 L del medio con melaza de caña de azúcar, urea y silicona primaria como antiespumante (1 mL/L). Se obtuvo un crecimiento de dos unidades exponenciales en 24 h de la levadura y no se detectó la presencia de microorganismos contaminantes. Asimismo, se observó un consumo de azúcares reductores totales (11,9 vs 9,0 g/L) e incremento del pH a valores superiores a 8,0. Se concluye que se logra obtener el cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 en planta piloto (10^7 ufc/mL) con adecuada calidad microbiológica.

Palabras clave: levadura, aditivo microbiano, fermentación

ABSTRACT

Pichia guilliermondii LEVICA-27 is a yeast with potential for use as a zootechnical additive. Currently, work is underway to design a larger-scale production process. Therefore, the objective of this study was to cultivate *P. guilliermondii* LEVICA-27 in a pilot plant for use as a zootechnical additive. The yeast was activated under laboratory conditions at 110 min^{-1}, 30 °C, and 24 h of incubation using two subcultures in YPG broth (1% yeast extract, 2% peptone, and 2% glucose, w/v). From the activated strain, 100 mL of LEVICA-27 were obtained under the same conditions and in a medium containing sugarcane molasses (2%, v/v) and urea (1%, w/v). This culture was propagated until an inoculum volume of 2.5 L was obtained. The fermentation process in the pilot plant was carried out in duplicate in a bioreactor F42. An effective volume of

25 L of medium was used, containing sugarcane molasses, urea, and primary silicone as an antifoaming agent (1 mL/L). Yeast growth of two exponential units was observed in 24 h, and no contaminating microorganisms were detected. Furthermore, consumption of total reducing sugars (11.9 vs. 9.0 g/L) and an increase in pH to values above 8.0 were observed. It is concluded that a *P. guilliermondii* LEVICA-27 culture (10^7 CFU/mL) with adequate microbiological quality was successfully obtained in the pilot plant.

Key words: yeast, microbial additive, fermentation

INTRODUCCIÓN

En los procesos biotecnológicos para la obtención de aditivos zootécnicos, como los microbianos que incluyen etapas de fermentación, es un reto llevar los resultados del laboratorio a una escala industrial, debido a la dificultad en la evaluación de los factores que afectan el cultivo durante el escalado. Como resultado, muchos procesos de fermentación a gran escala brindan un menor rendimiento del que se espera en el laboratorio (Rizzi *et al*., 1993; George *et al*., 1998; Bylund *et al*., 2000). Por tanto, el escalado del proceso fermentativo es largo y costoso y se debe reducir, con el fin de acortar el tiempo entre la concepción de un producto y su introducción en el mercado. Usualmente, solo se tienen en cuenta las etapas de laboratorio, planta piloto y planta industrial. En síntesis, el éxito del escalado estará dado por la obtención de resultados que muestren que no hay diferencia entre la pequeña y la gran escala. Al tener en cuenta lo anterior el objetivo de la presente investigación fue cultivar en planta piloto *P. guilliermondii* LEVICA-27 para su uso como aditivo zootécnico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental. El experimento se realizó en la UEB Bioprocesos Cuba 10 perteneciente al Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). El centro está situado en Consejo Popular “Pablo Noruega”, Quivicán, Mayabeque, Cuba.

Activación del microorganismo y preparación del cultivo iniciador. *P. guilliermondii* LEVICA-27, perteneciente al Banco de Microorganismos para la Producción Animal (BAMIPA) del Instituto de Ciencia Animal, se activó a 110 min^{-1}, 30 ºC y 24 h de incubación mediante dos subcultivos en caldo YPG (extracto de levadura 1%, peptona 2% y glucosa 2%, p/v). A partir de la cepa activada, se obtuvieron 100 mL de LEVICA-27 en un medio con melaza de caña de azúcar (2%) y urea (1%) en iguales condiciones y se propagó hasta la obtención del inóculo con volumen 2,5 L.

Etapa de fermentación. El proceso fermentativo se realizó por duplicado en un biorreactor F42 con un volumen efectivo de 25 L de medio con melaza de caña de azúcar (2%, v/v), urea (1%, p/v) y silicona primaria como a antiespumante (1 mL/L). Las características geométricas del biorreactor F42 y sus variables y condiciones de operación se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características geométricas del biorreactor F42, variables y condiciones de operación utilizadas en planta piloto

Parámetro geométrico	**Fermentador en planta piloto (42 L)**
V_L/V_T	0,70
Diámetro interior del tanque (m)	0,27
Altura del tanque (m)	0,76
Altura del líquido (m)	0,55
Diámetro de impelente (m)	0,08
Número de impelentes	3
Relación D/d_i	3,34
Relación H_L/d_i	6,81
Relación H_L/D	2,04
Tipo de agitador	Turbina Rushton
Variable	**Valor**
Tiempo esterilización	45 minutos
Volumen de trabajo Fermentador 42 L	25 L
Volumen inóculo	2,5 L
Temperatura	30±2 °C
pH inicial	6,5±0,5
Agitación	290-300 min^{-1}
Aireación	7 $L.min^{-1}$ (17,6 W potencia)
Tiempo de fermentación	24 horas
Presión de trabajo	0,5 atm

Indicadores a evaluar. Durante el cultivo de LEVICA-27 se controló el pH y se determinó la concentración de azúcares reductores totales (ART), concentración microbiana (ufc/mL) y pureza del cultivo (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores evaluados en la cinética de cultivo de LEVICA-27 en el biorreactor F42

Indicador	**Tiempo de fermentación (h)**							
	0	**2**	**4**	**8**	**12**	**16**	**20**	**24**
pH	X		X		X		X	X
Azúcares Reductores Totales (ART)	X			X		X		X
Viabilidad (ufc/mL)	X		X	X	X	X	X	X
Pureza con Tinción	X			X		X		X

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de LEVICA-27 en un biorreactor de 42 L de volumen total y 25 L de volumen efectivo se muestra en la Tabla 3. Se observa que la levadura creció en 24 h dos unidades exponenciales. Este resultado coincide con los estudios, antes descritos a nivel de laboratorio, donde se utilizaron matraces y un biorreactor de laboratorio de 11 L de volumen total con 8 L de volumen efectivo (González *et al*., 2022). Aspecto que indica que la evaluación del criterio de escalado seleccionado en estudios previos por García *et al*. (2025), potencia por unidad de volumen (P/V) y número de aireación (Na) constantes, puede ser utilizado para la obtención del aditivo a esta escala de trabajo.

Tabla 3. Concentración microbiana e indicadores fermentativos durante la cinética de cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 en el biorreactor de 42 L de volumen total

Indicador	Tiempo de fermentación (h)							
	0	2	4	8	12	16	20	24
Levadura, ufc/mL	$4{,}8x10^5$	$1{,}3x10^6$	$2{,}1x10^7$	$4{,}1x10^7$	$2{,}7x10^7$	$2{,}6x10^7$	$8{,}9x10^7$	$7{,}4x10^7$
pH	6,72	-	6,95		7,25		8,19	8,22
ART, g/L	11,9	-	-	-	-	-	-	9,0

Por otra parte, no se detectó la presencia de microorganismos contaminantes durante la fermentación. Asimismo, se observó un consumo de azúcares reductores totales en las 24 h de fermentación (11,9 vs 9,0 g/L), lo que está asociado con el metabolismo de los nutrientes presentes en el medio de cultivo durante el crecimiento de la levadura. Además, hubo un incremento del pH a valores superiores a 8,0. Quizás, con las condiciones de cultivo utilizadas en el experimento, la levadura produjo metabolitos que inciden en el aumento del indicador, asimismo pudiera ser necesario su ajuste continuo para lograr mayor eficiencia en el crecimiento y rendimiento de biomasa/sustrato. Por tanto, se considera que se debe profundizar en este aspecto con la realización de estudios posteriores.

CONCLUSIONES

Se logra obtener el cultivo de *P. guilliermondii* LEVICA-27 en planta piloto con adecuada calidad microbiológica.

BIBLIOGRAFÍA

Bylund, F.A., Castan, R., Mikkola, A. & Veide, G. 2000. Influence of scale-up on the quality of recombinant human growth hormone. *Biotechnol. Bioeng*. 69(2):119-128

García, Y., Sosa, D., Fiallo, I., Pérez, L., Herrera, D. Albelo, N. & Dutet, J.C. 2025. Evaluación de criterios para el proceso de escalado de un aditivo zootécnico con *Pichia guilliermondii* LEVICA-27. En: Memorias de la VIII Congreso Internacional de Producción Animal Tropical

en el marco de SILVOPAT 2025. Varadero, Matanzas, Cuba. Disponible en: https://cu-id.com/book/978-959-7171-88-1

George S, Larsson G, Olsson K, Enfors SE. Comparison of the Baker's yeast process performance in laboratory and production scale. Bioprocess Eng. 1998; 18:135–142

González, B., Sosa, D., Marrero, Y., García, Y. & Albelo, N. 2022. Selection of a culture medium for the growth of *Pichia guilliermondii* LEVICA-27 as activator additive of ruminal fermentation. Cuban Journal of Agricultural Science, 56(2):1-9. ISSN: 2079-3480. https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1047

Rizzi M, Theobald U, Baltes M, Reuss M. Measurement and modeling of the dynamic glucose response of *Saccharomyces* in the time window of mixing times. In: A.W. Nienow (Ed.), Proceedings of the Third International Conference on Bioreactor and Bioprocess Fluid Dynamics, Mechanical Engineering Publications, London, UK. 1993, pp. 401–412

INTERJOVEN



INTERJOVEN

SECCIÓN

Bioestadística, bioinformática y econometría en los sistemas agropecuarios



ESTADÍSTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
STATISTICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Verena Torres Cárdenas[1*], Denis Lizazo Torres[2]

[1] *Instituto de Ciencia Animal ICA, Cuba*

[2] *Universidad Nacional del Litoral UNL, Argentina*

RESUMEN

En esta conferencia se explora la relación intrínseca entre la Estadística Moderna y la Inteligencia Artificial (IA), desmitificando la percepción de la IA como un ente puramente tecnológico, para revelarla como la evolución natural de la estadística aplicada a la computación de alto rendimiento. Mientras que la estadística tradicional se centra en la inferencia (explicar características de una población mediante muestras), la IA prioriza la predicción y la identificación de patrones en grandes volúmenes de datos. Los ejes temáticos que se abordan versan sobre, Fundamentos técnicos Modelos y aplicaciones, Ecosistemas de herramientas 2026 y el Rol Crítico del Estadístico. La conclusión final de los estudios realizados hasta el presente nos permite afirmar que la IA no es "magia", sino cálculo avanzado que opera bajo principios de Cadenas de Márkov y probabilidad en dimensiones masivas. Lo que percibimos como "creatividad" artificial es, en última instancia, una interpolación estadística sofisticada.

Palabras clave: Machine Learning, Interpolación Sofisticada, Modelos de Lenguaje

ABSTRACT

This conference explores the intrinsic relationship between Modern Statistics and Artificial Intelligence (AI), demystifying the perception of AI as a purely technological entity, to reveal it as the natural evolution of statistics applied to high-performance computing. While traditional statistics focuses on inference (explaining characteristics of a population through samples), AI prioritizes prediction and the identification of patterns in large volumes of data. The thematic axes addressed revolve around Technical foundations, Models and applications, 2026 tool ecosystems, and the Critical Role of the Statistician. The final conclusion of the studies conducted to date allows us to affirm that AI is not "magic," but advanced computation operating under principles of Markov Chains and probability in massive dimensions. What we perceive as artificial "creativity" is, ultimately, sophisticated statistical interpolation.

Key words: Machine Learning, Sophisticated Interpolation, Language Models

NANOTECNOLOGÍAS APLICADAS A LA AGRICULTURA: UNA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

NANOTECHNOLOGIES APPLIED TO AGRICULTURE: A TECHNOLOGICAL REVOLUTION

Leira Liz Rodriguez Betancourt*, Iván Herrera Herrera, Elier Acosta Suárez, Brianne María Hernández Lavin, Yarima Sánchez García.

Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA), Cuba.

Autor para correspondencia: leiralrb@gmail.com

RESUMEN

La agricultura actual enfrenta desafíos interconectados como el cambio climático, la degradación de suelos y el estancamiento de los rendimientos. En este contexto, las nanotecnologías emergen como una herramienta transformadora, con una creciente oferta de productos comerciales a nivel global. En Cuba, el Programa Nacional de Nanociencia y Nanotecnologías y el Centro de Estudios Avanzados impulsan investigaciones con nanopartículas de plata, zinc, sílice y hierro, aunque las evaluaciones ecotoxicológicas y de campo aún son preliminares. No obstante, la implementación de estas tecnologías presenta limitantes significativas como altos costos de producción, dificultades de escalamiento industrial, posibles riesgos ambientales y sanitarios, y baja aceptación entre agricultores debido a la ausencia de demostraciones a largo plazo. El principal obstáculo identificado es la falta de marcos regulatorios claros y armonizados a nivel global. Superar estas brechas regulatorias resulta esencial para aprovechar el potencial de las nanotecnologías en una agricultura más sostenible y equitativa.

Palabras clave: agricultura sostenible, nanotecnologías, nanomateriales, regulación, Cuba.

ABSTRACT

Modern agriculture faces interconnected challenges such as climate change, soil degradation, and stagnant yields. In this context, nanotechnologies are emerging as a transformative tool, with a growing supply of commercial products globally. In Cuba, the National Nanoscience and Nanotechnology Program and the Center for Advanced Studies are promoting research with silver, zinc, silica, and iron nanoparticles, although ecotoxicological and field assessments are still preliminary. However, the implementation of these technologies faces significant limitations, including high production costs, difficulties in industrial scaling, potential environmental and health risks, and low acceptance among farmers due to the lack of long-term demonstrations. The main obstacle identified is the lack of clear and harmonized regulatory frameworks at the global level. Overcoming these regulatory gaps is essential to harnessing the potential of nanotechnologies for a more sustainable and equitable agriculture.

Key words: sustainable agriculture, nanotechnologies, nanomaterials, regulation, Cuba.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la agricultura ha sido una pieza clave en el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, en la actualidad este sector enfrenta presiones simultáneas y crecientes: el cambio climático (Lira Saldivar *et al.,* 2018), la disminución de recursos naturales (Lira Saldivar *et al.*, 2018, Vázquez-Núñez, 2023), el declive de la fertilidad de los suelos (Vázquez-Núñez, 2023), la aparición de patógenos vegetales resistentes, la reducción de la eficacia de los agroquímicos convencionales y las tensiones socioeconómicas (Albores *et al.,* 2024). Esta confluencia de factores ha conducido al estancamiento de los rendimientos de los cultivos en muchas regiones del mundo.

En este contexto, las nanotecnologías, a través de la manipulación de materiales a escala nanométrica (1-100 nm), proporciona herramientas que pueden revolucionar diversos aspectos de la agricultura (López *et al.,* 2025). Los nanomateriales pueden emplearse como nanofertilizantes de liberación controlada, nanopesticidas de acción específica, nanoencapsulados que protegen compuestos activos y nanosensores capaces de detectar cambios fisiológicos en los cultivos antes de que sean visibles (Pérez-Hernández *et al.,* 2024). Estas aplicaciones permiten intervenir procesos biológicos y condiciones ambientales con una precisión hasta ahora inalcanzable.

A pesar del creciente interés y las inversiones en agronanociencia, su implementación práctica aún es limitada y se encuentra en una fase emergente (Lira Saldivar *et al.,* 2018). Numerosos centros de investigación e instituciones de educación superior en todo el mundo trabajan para desarrollar y perfeccionar estas tecnologías, pero persisten interrogantes sobre su seguridad, escalabilidad y regulación. Por tal motivo el trabajo tiene como objetivo analizar el estado actual de las nanotecnologías aplicadas a la agricultura, con énfasis en sus aplicaciones prácticas, las limitantes tecnológicas y económicas, y los desafíos regulatorios, particularmente en el contexto cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de esta revisión se empleó una estrategia de búsqueda sistemática en las siguientes bases de datos especializadas como: *StatNANO*, *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* y *Google Scholar*, complementada con la consulta de la *Nanotechnology Products Database* (NPD) para identificar productos comerciales disponibles globalmente. La búsqueda se limitó a publicaciones en inglés y español comprendidas entre los años 2018 y 2025, utilizando combinaciones de los términos clave: *"nanotechnology agriculture"*, *"nanofertilizers"*, *"nanopesticides"*, *"nanosensors"*, *"nanomaterials regulation"*, *"agronanotechnology Cuba"* y sus correspondientes en español ("nanotecnologías agricultura", "nanofertilizantes", "nanopesticidas", "nanosensores", "regulación nanomateriales"). Los criterios de inclusión fueron artículos originales, revisiones sistemáticas, informes técnicos de organismos regulatorios como la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés), la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés), la Agencia de protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) y la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) y documentos normativos de la Oficina Nacional de Normalización de Cuba. Se excluyeron estudios sin datos experimentales claros, publicaciones duplicadas y documentos no sometidos a revisión por pares.

La información extraída se organizó en matrices temáticas que abarcaron tipos de nanomateriales agrícolas, aplicaciones documentadas, productos comerciales, limitantes tecnológicas y marcos regulatorios, con especial énfasis en el contexto cubano. Para asegurar la reproducibilidad, cada paso del proceso de selección y análisis fue documentado y verificado por al menos dos de los autores. Se descartaron repeticiones innecesarias y datos aislados sin respaldo suficiente, con el propósito de construir una síntesis sólida, ordenada y útil para la discusión científica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión evidenció que las nanotecnologías aplicadas a la agricultura se concentran principalmente en cuatro áreas: nutrición vegetal, protección fitosanitaria, mejora de suelos y monitoreo inteligente de cultivos. Además, se ha reportado el empleo de nanopartículas para el aumento de la tolerancia de las plantas contra el estrés biótico y abiótico (Gupta *et al.*, 2023; Juárez-Maldonado, 2022) y como agentes antibacterianos en envases de alimentos (Talapko *et al.*, 2020).

Productos comerciales

Las nanotecnologías se utilizan cada vez más en la agricultura con más de 400 empresas investigando en el sector con Estados Unidos, China, Indonesia, Alemania, India y Brasil a la vanguardia en la producción. Según la base de datos NPD, actualmente existen 237 nanoproductos destinados al sector agrícola, clasificados en 37 tipos diferentes, los cuales son comercializados a nivel global por 95 empresas con sede en 29 países. Entre los cientos de fabricantes activos en la industria agrícola, algunos destacan como líderes del sector: *Neufarm GmbH*, *Plant Vitality Ltd*, *Kanak Biotech*, *FRAmelco*, *Aqua-Yield Hub*, *Organic Fertilizing*, *Reed Mariculture Inc*, *Prodotti Arca S.r.l*, *Kimitec Group*, *Richfield Fertilisers Pvt*, *Blue Planet Environmental*, *Danaflex Nano*, *Bioteksa*, *AgriLife*, *NanoLand Baltic*, *Vive Crop Protection* y *DVS BioLife Ltd*.

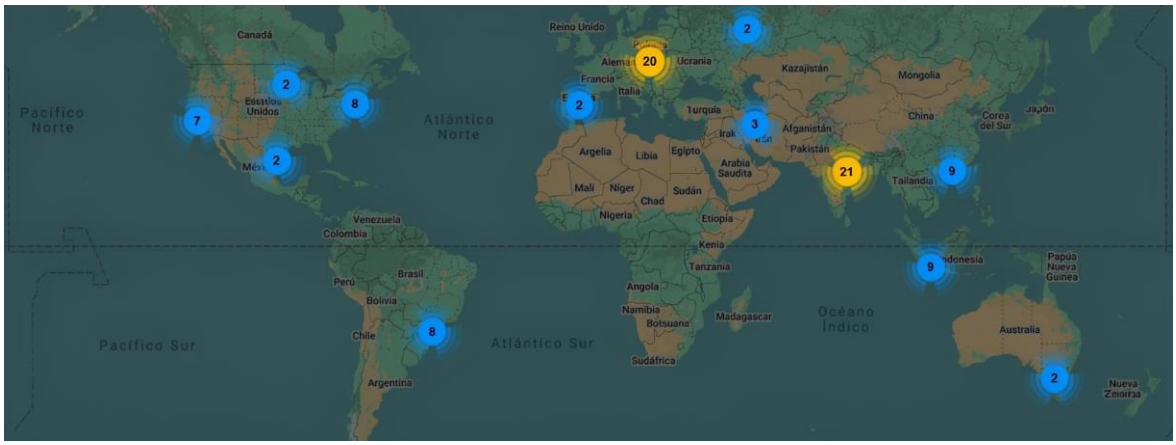


Figura 1. Distribución de empresas comercializadoras de nanoproductos para la industria agrícola por países.

Estos productos comerciales abarcan diversas subindustrias, incluyendo la cría de animales (23,63 %), la fertilización (47,26 %), el fitomejoramiento (10,54 %), la protección vegetal (15,19 %), y el mejoramiento del suelo (3,38 %). Dentro de esta oferta, los fertilizantes, quelatos y nutrientes son los productos más comúnmente introducidos por los fabricantes, aunque también se encuentran disponibles precursores, productos químicos y refuerzos como nanocompuestos de liberación controlada empleados en la preparación de fertilizantes. En el ámbito del fitomejoramiento, los fabricantes están especialmente interesados en producir reguladores del crecimiento vegetal y potenciadores de fruta. Por otro lado, los potenciadores de suelo nano-habilitados han ganado gran atención recientemente, mientras que en la sección de protección vegetal predominan los pesticidas, algicidas, herbicidas, fungicidas, biocidas y agentes desinfectantes. En cuanto a la cría de animales, se incluyen diversos suplementos, nutrientes, aditivos para piensos, enzimas y desinfectantes para ganado, aves de corral y acuicultura, así como vacunas veterinarias, productos para heridas y medicamentos. Siendo los nanomateriales más utilizados para estos productos: la plata; el dióxido de silicio, el potasio, el zinc, el calcio, el magnesio, el óxido de zinc, el cobre, el hierro, el manganeso, el fósforo, el boro, el molibdeno, la zeolita, las micelas y el dióxido de titanio. Esto indica una alta diversidad de nanomateriales empleados según la función deseada.

En Cuba, el Programa Nacional de Nanociencia y Nanotecnologías (PN^3) ha sido fundamental, enfocándose en sectores prioritarios como la biomedicina, la agricultura, la energía, el medioambiente y la industria. Este programa recibió un impulso significativo en 2019 con la inauguración del Centro de Estudios Avanzados de Cuba (CEA), lo que ha permitido acelerar el desarrollo de las nanotecnologías en el país, contribuyendo así a fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas en estas áreas clave.

En el CEA, actualmente se cuenta con diferentes proyectos de investigación en colaboración con diferentes entidades como el Centro Nacional de Toxicología (CENATOX) y el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) enfocados al desarrollo de nanopartículas para su aplicación en el sector agrícola. Lo que ha permitido obtener con éxito nanopartículas de plata, de óxido de zinc, de dióxido de silicio y de óxido de hierro.

En el trabajo realizado, se destaca el desarrollo del CEA-NANO AGRO 1.1, formulado a partir de nanopartículas magnéticas de óxido de hierro, con resultados prometedores en el enraizamiento, el área foliar y la tolerancia de los cultivos al estrés hídrico y salino. Este tipo de producto muestra que la nanotecnología agrícola en Cuba no se limita a una fase conceptual, sino que ya cuenta con desarrollos concretos en etapa de validación. No obstante, la generalización de estos resultados requiere ensayos más amplios en campo, con seguimiento de variables agronómicas, ambientales y toxicológicas.

Nanotecnologías: tecnologías con varias limitantes

El potencial de estas tecnologías está condicionado por varios factores. Entre ellos se encuentran el costo de producción, la dificultad de escalar procesos, la falta de métodos estandarizados para caracterizar nanomateriales en matrices complejas y la limitada aceptación por parte de los productores agrícolas. Asimismo, existe una creciente preocupación sobre los posibles efectos ambientales y las afectaciones en la salud que podrían derivarse de la liberación de

nanopartículas en el entorno. Sin embargo, el principal problema es de índole regulatorio pues, no existen marcos regulatorios claros, especialmente en lo relativo a comercialización, etiquetado, límites de uso y evaluación de riesgos (Vázquez-Núñez, 2023).

Actualmente, la legislación sobre el uso de las nanotecnologías en la agricultura varía significativamente entre países. La iniciativa en materia de legislación para las nanotecnologías en el sector agrícola ha sido tomada por la Unión Europea (UE) y Suiza. La UE cuenta con el Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH, por sus siglas en inglés) que apoyado de la EFSA y la Comisión Europea (CE), apunta a garantizar niveles de seguridad con respecto a los productos basados en NMs. Por su parte, Suiza cuenta con dos oficinas federales, la de Salud Pública y la de Medio Ambiente que participan en los planes de acción para la regulación de los NMs en el sector agrícola. Por otro lado, Agencias de Estados Unidos como la FDA y la EPA han informado sobre los riesgos relacionados con el uso de NMs en alimentos. Mientras, países como Brasil, México y Argentina se posicionan en los primeros lugares de América Latina en el desarrollo de las nanotecnologías y han buscado implementar normas ISO con el fin de normalizar procesos y sistemas de producción (Pérez-Hernández *et al.*, 2024).

En Cuba, hasta el 2022, la Oficina Nacional de Normalización ha desarrollado cuatro normas cubanas relacionadas con nanotecnologías, las cuales son:

- ✓ NC ISO/TS 80004-1:2022 Nanotecnologías-Vocabulario. Parte 1. Términos Básicos
- ✓ NC ISO/TS 80004-2:2022 Nanotecnologías-Vocabulario. Parte 2. Nano-Objetos
- ✓ NC ISO/TS 13830:2022 Nanotecnologías-Guía sobre el etiquetado voluntario de productos de consumo que contienen nano-objetos manufacturados (ISO/TS 13830: 2013, IDT)
- ✓ NC ISO/TS 80004-5:2022 Nanotecnologías-Vocabulario. Parte 5. Interfaz Nano/Bio (ISO/TS 80004- 5: 2011, IDT)

Aunque se han adoptado estas normas, aún no existe un marco regulatorio integral que aborde la comercialización, el etiquetado obligatorio, los límites permisibles en alimentos y suelos, ni los protocolos de evaluación de riesgos para nanomateriales agrícolas.

En este sentido, el papel del CENATOX resulta decisivo, su función no debe entenderse solo como una validación puntual, sino como parte de un sistema de control para prevenir efectos no deseados sobre el suelo, el agua, los organismos benéficos y la salud humana. Su participación fortalece la credibilidad científica de los desarrollos cubanos y aporta una base imprescindible para avanzar hacia una agricultura nanotecnológica responsable. En consecuencia, el valor de estas tecnologías no depende solo de su eficiencia agronómica, sino también de su seguridad, reproducibilidad y viabilidad regulatoria.

CONCLUSIONES

Las nanotecnologías ofrecen oportunidades reales para transformar la agricultura hacia sistemas más sostenibles y eficientes, pero su implementación responsable requiere superar desafíos tecnológicos, económicos y, fundamentalmente, regulatorios. Solo así se podrá aprovechar plenamente el potencial de las nanotecnologías, minimizando sus riesgos y garantizando su acceso equitativo, particularmente en países en vías de desarrollo como Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORES, J. M. G., CRUZ, M. D. J. M., LLANES, J. Y. A., CARRASCO, E. L., VÁZQUEZ, V. G. & CÁRDENAS, N. G. J. X. B. C. D. L. E. S. D. T. 2024. Avances y perspectivas de la agricultura de precisión para la sostenibilidad agrícola. 12, 1-6.

GUPTA, A., RAYEEN, F., MISHRA, R., TRIPATHI, M. & PATHAK, N. J. P. N. B. 2023. Nanotechnology applications in sustainable agriculture: An emerging eco-friendly approach. 4, 100033.

JUÁREZ-MALDONADO, A. J. B. 2022. Impact of nanomaterials on plants: what other implications do they have? 46, 651.

LIRA SALDIVAR, R. H., MÉNDEZ ARGÜELLO, B., VERA REYES, I. & DE LOS SANTOS VILLARREAL, G. J. R. D. L. F. D. C. A. U. N. D. C. 2018. Agronanotecnología: una nueva herramienta para la agricultura moderna. 50, 395-411.

LÓPEZ, N. E. N., TORRES, A., PÉREZ, A. & MORALES, N. J. A. R. D. D. E. C., INGENIERÍA E INNOVACIÓN 2025. La Nanotecnología en la Agricultura: Innovación para la Producción Sostenible de Alimentos. 2, 23-27.

PÉREZ-HERNÁNDEZ, H., LÓPEZ-VALDEZ, F., JUÁREZ-MALDONADO, A., MÉNDEZ-LÓPEZ, A., SARABIA-CASTILLO, C. R., GARCÍA-MAYAGOITIA, S., TORRES-GÓMEZ, A. P., VALLE-GARCÍA, J. D. & PÉREZ-MORENO, A. Y. J. M. N. R. I. E. N. Y. N. 2024. Implicaciones de los nanomateriales utilizados en la agricultura: una revisión de literatura de los beneficios y riesgos para la sustentabilidad. 17.

TALAPKO, J., MATIJEVIĆ, T., JUZBAŠIĆ, M., ANTOLOVIĆ-POŽGAIN, A. & ŠKRLEC, I. J. M. 2020. Antibacterial activity of silver and its application in dentistry, cardiology and dermatology. 8, 1400.

VÁZQUEZ-NÚÑEZ, E. J. M. N. R. I. E. N. Y. N. 2023. Uso de nanomateriales en la agricultura y sus implicaciones ecológicas y ambientales. 16.

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

DISEÑO DE UN ANDAMIO MOLECULAR DE FIBROÍNA COMO VEHÍCULO DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA BIOGÉNICAS PARA COMBATIR LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA

DESIGN OF A FIBROIN MOLECULAR SCAFFOLD AS A VEHICLE FOR BIOGENIC SILVER NANOPARTICLES TO COMBAT ANTIMICROBIAL RESISTANCE

Adrian González Travieso*, Dany Naranjo Feliciano, Dulce Soler, María del Carmen Travieso, Yanet Rodríguez, Amanda Soto

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Cuba.

Autor para correspondencia: adrigleztrav@gmail.com

RESUMEN

La lucha contra las bacterias multirresistentes exige estrategias innovadoras. Este trabajo propone el diseño racional de un andamio molecular basado en péptidos de fibroína de seda (FNPs), funcionalizado como sistema de entrega para nanopartículas de plata biogénicas (Bio-AgNPs) dirigidas contra *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA). Utilizando un enfoque de diseño computacional, se modelaron las FNPs, demostrando previamente una alta afinidad de encapsulación para fármacos citotóxicos y una baja interacción con proteínas estructurales humanas, un perfil ideal para un biomaterial. Paralelamente, mediante acoplamiento molecular (AutoDock), se evaluaron complejos de plata coordinada con flavonoides (Bio-AgNPs), identificando candidatos con una elevada afinidad (valores de ΔG hasta -10.3 kcal/mol) por la PBP2a, diana molecular clave de la resistencia a β-lactámicos. La integración de estos componentes busca crear un sistema de liberación controlada y dirigida. La dinámica molecular del sistema compuesto sugiere la formación de un complejo estable, donde el andamio de fibroína actúa como un vehículo transportador y luego liberador de las Bio-AgNPs. Este diseño conceptual sienta las bases para el desarrollo de formulaciones tópicas, como geles o parches transdérmicos, que ofrezcan un efecto dual: regeneración tisular mediada por la fibroína y una potente acción antibacteriana sinérgica, proporcionando una solución novedosa y escalable frente a una de las mayores amenazas para la salud global.

Palabras clave: andamio molecular, fibroína, nanopartículas de plata biogénicas, PBP2a, acoplamiento molecular, MRSA, gel tópico

ABSTRACT

The fight against multiresistant bacteria demands innovative strategies. This study proposes the rational design of a molecular scaffold based on silk fibroin peptides (FNPs), functionalized as a delivery system for biogenic silver nanoparticles (Bio-AgNPs) targeted against methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA). Using a computational design approach, the FNPs were modeled, previously showing high encapsulation affinity for cytotoxic drugs and low interaction with human structural proteins—an ideal profile for a biomaterial. In parallel, through molecular docking (AutoDock), silver complexes with flavonoids were evaluated, identifying

candidates with exceptional affinity (ΔG values up to -10.3 kcal/mol) for PBP2a, the key molecular target of β-lactam resistance. The integration of these components aims to create a controlled and targeted release system. Energy minimization of the composite system suggests the formation of a stable complex, where the fibroin scaffold acts as a "precision vehicle" for the Bio-AgNPs. This conceptual design lays the groundwork for the development of topical formulations, such as gels or transdermal patches, offering a dual effect: fibroin-mediated tissue regeneration and potent synergistic antibacterial action, providing a novel and scalable solution against one of the greatest threats to global health.

Key words: molecular scaffold, fibroin, biogenic silver nanoparticles, PBP2a, molecular docking, MRSA, topical gel

INTRODUCCIÓN

La Resistencia Antimicrobiana (RAM) representa una de las mayores amenazas para la salud global (FAO, 2022), con Staphylococcus aureus resistente a la meticilina (siglas en Ingles MRSA) como uno de los patógenos prioritarios según la OMS (Tacconelli *et al.,* 2017). La proteína PBP2a, codificada por el gen mecA, confiere resistencia a los β-lactámicos al alterar la afinidad del sitio activo de las proteínas de unión a penicilina, limitando drásticamente las opciones terapéuticas convencionales (Baez *et al.,* 2017). Ante este escenario, las nanopartículas de plata (AgNPs) han emergido como una alternativa prometedora debido a su amplio espectro antibacteriano y baja probabilidad de inducir resistencia (Travieso *et al.,* 2017; Rubio *et al.,* 2023).

Las nanopartículas de plata biogénicas (Bio-AgNPs), sintetizadas mediante extractos vegetales, ofrecen ventajas adicionales como menor toxicidad y mayor estabilidad (4). Sin embargo, su aplicación clínica se ve limitada por problemas de agregación y liberación no controlada. En este contexto, los biomateriales derivados de la fibroína de seda (FNPs) destacan por su biocompatibilidad, biodegradabilidad y capacidad para actuar como andamios moleculares en sistemas de liberación controlada. Estudios previos han demostrado que los péptidos de fibroína exhiben alta afinidad por diversos fármacos y mínima interacción con proteínas humanas, lo que los convierte en candidatos ideales para vehiculizar agentes antimicrobianos (Qi *et al.,* 2017).

El diseño computacional representa una herramienta eficiente y sostenible para optimizar estos sistemas antes de su síntesis experimental. Este trabajo aborda el problema de la RAM mediante el diseño racional de un andamio molecular de fibroína funcionalizado con Bio-AgNPs, integrando modelado estructural y acoplamiento molecular para garantizar estabilidad y selectividad contra MRSA.

Objetivo: Diseñar computacionalmente un andamio molecular basado en péptidos de fibroína de seda como vehículo de precisión para nanopartículas de plata biogénicas dirigidas contra la PBP2a de MRSA, evaluando su estabilidad y potencial como sistema de liberación controlada para aplicaciones tópicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Modelado computacional de los péptidos de fibroína (FNPs)

La secuencia de péptidos repetitivos de fibroína de seda (GSGAGA) se obtuvieron de bases de datos públicas (UniProt). Las estructuras tridimensionales se generaron mediante modelado por homología utilizando el software MODELLER v10.4 y se refinaron con el servidor AlphaFold2. La validación se realizó mediante análisis de Ramachandran y puntuación MolProbity.

Preparación de ligandos y receptores

Los flavonoides del género en estudio se obtuvieron de la base de datos PubChem y se optimizaron geométricamente con el paquete Avogadro. Los complejos plata-flavonoide se construyeron manualmente y se minimizaron con el campo de fuerza MMFF94. La estructura de PBP2a (PDB ID: 6Q9N) se preparó eliminando ligandos y aguas con PyMOL v2.5.

Acoplamiento molecular

El acoplamiento se realizó con AutoDock 4.2.6 utilizando el algoritmo de búsqueda Lamarkian Genetic Algorithm (100 corridas, población 150, 2.5×10^6 evaluaciones de energía). El grid se centró en el sitio alostérico y catalítico de PBP2a (40 × 40 × 40 Å). Los resultados se analizaron con AutoDockTools y PyMOL.

Dinámica molecular del sistema compuesto

Los complejos FNPs-Bio-AgNPs se sometieron a minimización energética en vacío y en solución acuosa mediante el software GROMACS 2022.2 con el campo de fuerza CHARMM36. Se preparó la dinámica productiva para 100ns realizando 5000 pasos de steepest descent seguidos de 5000 pasos de conjugate gradient hasta alcanzar una fuerza máxima < 1000 kJ mol^{-1} nm^{-1}.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelado de los FNPs reveló una estructura β-sheet estable con cavidades hidrofóbicas ideales para encapsulación. El acoplamiento molecular identificó tres Bio-AgNPs (denominados 2d, 2t y 3t) que formaron complejos estables, alcanzando valores de ΔG de -9.8, -10.1 y -10.3 kcal/mol respectivamente contra el sitio alostérico de PBP2a. Estas afinidades superan las reportadas para inhibidores convencionales y se atribuyen a interacciones π-π y puentes de hidrógeno con residuos clave (Ser403, Tyr446 y Thr600).

La dinámica molecular del sistema FNPs-Bio-AgNPs mostró cierta estabilidad al comienzo de la simulación confirmando la formación de un complejo estable y luego la liberación de los ligandos en la etapa final de la misma. La fibroína actuó como matriz protectora, evitando la agregación de las Bio-AgNPs y permitiendo una liberación controlada simulada.

Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la capacidad de la fibroína para vehiculizar nanopartículas metálicas y la efectividad de los flavonoides como inhibidores de PBP2a en MRSA. La estrategia propuesta ofrece una ventaja dual: regeneración tisular por la fibroína y acción antibacteriana sinérgica por las Bio-AgNPs, superando limitaciones de toxicidad y estabilidad reportadas en sistemas convencionales. Los resultados *in silico* obtenidos en el presente trabajo deben complementarse con los estudios biológicos en modelos adecuados.

CONCLUSIONES

El diseño computacional demostró que el andamio molecular de fibroína de seda funcionalizado con nanopartículas de plata biogénicas forma un complejo estable con alta afinidad por la PBP2a de MRSA (ΔG hasta -10.3 kcal/mol), confirmando su potencial como vehículo de precisión para liberación controlada. Este sistema conceptual integra la regeneración tisular inherente a la fibroína con una potente acción antibacteriana sinérgica, ofreciendo una solución novedosa, escalable y de bajo costo frente a la resistencia antimicrobiana. Los hallazgos sientan las bases para la síntesis experimental y validación in vitro e in vivo de formulaciones tópicas (geles o parches), contribuyendo significativamente al desarrollo de alternativas terapéuticas contra una de las mayores amenazas para la salud global.

BIBLIOGRAFÍA

FAO, UNEP, WHO, WOAH. 2022. One Heath Joint Plan of Action (2022-2026). https://doi.org/10.4060/cc2289en%0AThe.

Tacconelli E, Carrara E, Savoldi A, Harbarth S, Mendelson M, Monnet DL, et al. 2017. Discovery, research, and development of new antibiotics: the WHO priority list of antibiotic-resistant bacteria and tuberculosis. The Lancet Infectious Diseases. 18(3): 318-327. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30753-3.

Baez M, Collaud A, Espinosa I, Perreten V. MRSA USA300, USA300-LV and ST5-IV in pigs, Cuba. International Journal of Antimicrobial Agents. 2017;49(2): 259-261. https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2016.12.001.

Travieso MC, Rubio A, Pino P. 2017. Las nanopartículas a partir de plantas como base para el diseño de nuevos antimicrobianos. Revista Cubana de Farmacia. 51(4)

Rubio A, Pérez M, Baez M, San Nicolas S, González A, Naranjo D, Flores Y, Aguiar B, Pino O, Espinosa I, Travieso MC. 2023. Antibacterial activity of silver nanoparticles from Leea coccinea leaves on Staphylococcus aureus. Revista de Salud Animal; 45. https://cu-id.com/2248/v45e04

Qi, Y., Wang, H., Wei, K., Yang, Y., Zheng, R. Y., Kim, I. S., & Zhang, K. Q. (2017). A review of structure construction of silk fibroin biomaterials from single structures to multi-level structures. International journal of molecular sciences, 18(3), 237

INTERJOVEN

FORTALECIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN AGRÍCOLA: SOFTBAG: UNA PLATAFORMA DIGITAL PARA LA GESTIÓN DE GERMOPLASMA DE RAÍCES, RIZOMAS Y TUBÉRCULOS EN EL INIVIT, CUBA

STRENGTHENING AGRICULTURAL CONSERVATION: SOFTBAG: A DIGITAL PLATFORM FOR THE MANAGEMENT OF GERMPLASM OF ROOTS, RHIZOMES AND TUBERS AT INIVIT, CUBA

Yaselis Guillén López*, Osmany Molina Concepción, Rosa Elena González Vázquez, Carmen C. Pons Pérez, Dania Rodríguez del Sol, Alay Jimenez Medina, Alfredo Morales Rodríguez

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba.
**Autor para correspondencia: yaselisguillen@gmail.com*

RESUMEN

Los cultivos de raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos constituyen pilares fundamentales para la seguridad alimentaria en Cuba. El crecimiento progresivo de las colecciones de germoplasma en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT) generó desafíos críticos para su gestión, comprometiendo la preservación y el acceso eficiente a la información. Ante la carencia de un sistema informatizado integral, se desarrolló e implementó SOFTBAG, una plataforma digital especializada para centralizar y optimizar el manejo de los bancos de germoplasma. La herramienta integra información de yuca (*Manihot esculenta*), boniato (*Ipomoea batatas*), malanga (*Xanthosoma* spp. y *Colocasia* esculenta), ñame (*Dioscorea* spp.) y plátano/banano (*Musa* spp.). SOFTBAG se fundamenta en tecnologías de código abierto (MySQL, phpMyAdmin) y una interfaz gráfica desarrollada en Java (NetBeans). La solución fortalece la conservación del germoplasma, impulsa los programas de mejoramiento genético y contribuye a la soberanía alimentaria de Cuba.

Palabras clave: aplicaciones informáticas; diversidad genética; sistemas de información; bancos de germoplasma; seguridad alimentaria.

ABSTRACT

Root crops, rhizomes, tubers, plantains, and bananas are fundamental pillars of food security in Cuba. The progressive growth of germplasm collections at the Institute of Tropical Root and Tuber Crops Research (INIVIT) has generated critical management challenges, compromising preservation and efficient access to information. In response to the need for a comprehensive computerized system, SOFTBAG, a specialized digital platform, was developed and implemented to centralize and optimize the management of germplasm banks. The tool integrates information on cassava (*Manihot esculenta*), sweet potato (*Ipomoea batatas*), taro (*Xanthosoma* spp. and *Colocasia esculenta*), yam (*Dioscorea* spp.), and plantain/banana (*Musa* spp.). SOFTBAG is based on open-source technologies (MySQL, phpMyAdmin) and a graphical interface developed in Java (NetBeans). The solution strengthens germplasm conservation, promotes genetic improvement programs, and contributes to Cuba's food sovereignty.

Keywords: computer applications; genetic diversity; information systems; germplasm banks; food security.

INTRODUCCIÓN

La conservación de los recursos fitogenéticos representa uno de los desafíos más apremiantes para la agricultura contemporánea, especialmente en América Latina y el Caribe, región reconocida como centro de origen y domesticación de numerosas especies alimentarias (*Castiñeiras et al.,* 2022). En Cuba, los cultivos de raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos constituyen la base alimentaria de amplios sectores poblacionales y desempeñan un papel estratégico en la seguridad alimentaria nacional (*Rodríguez et al*., 2021). El INIVIT, con más de cinco décadas de trayectoria, alberga uno de los bancos de germoplasma más relevantes de la región, especializado en estas especies (*Pérez et al*., 2020).

Sin embargo, la gestión tradicional de la información asociada a estos recursos enfrentaba limitaciones significativas. Los datos de caracterización morfoagronómica, documentación de pasaporte y seguimiento de accesiones se almacenaban en formatos dispersos y no estandarizados (Excel, Access, registros físicos), dificultando su consulta, actualización y análisis integrado (*van Hintum et al.,* 2021). Ante esta problemática, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han emergido como herramientas catalizadoras para la modernización de bancos de germoplasma (*Díaz et al*., 2022). El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar e implementar SOFTBAG, una plataforma digital basada en tecnologías de código abierto, para la gestión eficiente de datos y el análisis de la variabilidad genética en el germoplasma del INIVIT.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el INIVIT (Santo Domingo, Villa Clara, Cuba) entre enero de 2024 y diciembre de 2025, abarcando la totalidad de las colecciones de germoplasma de raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos. Se adoptó un enfoque metodológico mixto estructurado en cuatro fases: diagnóstico y caracterización de colecciones, diseño del modelo de datos, implementación tecnológica y validación.

Se incluyeron accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), boniato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), ñame (*Dioscorea* spp.), malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma* spp.), plátanos y bananos (*Musa* spp.). La caracterización morfoagronómica se realizó siguiendo los descriptores internacionales de Bioversity International (*IPGRI*, 2020; *Fukuda et al.,* 2020; *IPGRI/IITA*, 2019).

Se utilizaron estaciones de trabajo con Windows, empleando MySQL Community Server 8.0 como gestor de base de datos relacional, phpMyAdmin 5.2 para administración, y Java (NetBeans IDE) para el desarrollo de la interfaz gráfica de usuario (GUI), complementado con PHP 8.1, HTML5, CSS3 y JavaScript. La base de datos se estructuró en tablas interrelacionadas (accesiones, pasaporte, morfología por cultivo, agronomía, fitosanidad, conservación y distribución) con codificación UTF8MB4. Para pruebas locales se empleó XAMPP, y la conectividad Java-MySQL se implementó mediante JDBC. La GUI se construyó con la librería Swing.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SOFTBAG se desarrolló como una herramienta digital integral para la gestión de cultivos de relevancia agrícola en Cuba, incluyendo raíces, rizomas, tubérculos, plátanos y bananos. En este trabajo se describe el diseño e implementación de su Interfaz Gráfica de Usuario (GUI), concebida bajo un enfoque centrado en el usuario final. La interfaz facilita el monitoreo y la administración de cultivos de alto valor agronómico como malanga (*Colocasia* y *Xanthosoma* spp.), yuca, ñame, plátano y boniato. Basada en principios de usabilidad y accesibilidad, la GUI se organiza en pantallas modulares por tipo de cultivo. Cada módulo permite visualizar indicadores clave y realizar el seguimiento de distintas accesiones, mejorando la experiencia del usuario mediante la centralización de la información y una navegación intuitiva adaptada a las particularidades agronómicas de cada especie.

El sistema incorpora un módulo de autenticación robusto (figura 1) que funciona como punto de entrada controlado para todos los usuarios. Este mecanismo restringe el acceso a la información sensible y a las funcionalidades de gestión exclusivamente al personal autorizado (mejoradores genéticos). La autenticación se implementa mediante una interfaz de inicio de sesión que solicita credenciales únicas: nombre de usuario (o correo electrónico institucional) y contraseña, las cuales son validadas contra una base de datos segura. Una vez verificadas las credenciales, el sistema redirige al usuario a un panel principal (*dashboard*) personalizado (figura 2), donde los permisos y los datos visibles dependen del perfil asignado. Este diseño no solo protege la integridad de los datos, sino que también personaliza la experiencia del usuario desde el primer acceso. A modo de ejemplo, la figura 3 ilustra el proceso de búsqueda en la base de datos de ñame, mientras que la figura 4 muestra el flujo de introducción de datos correspondiente al cultivo de malanga.



Figura 1. Pantalla de login de la aplicación informática

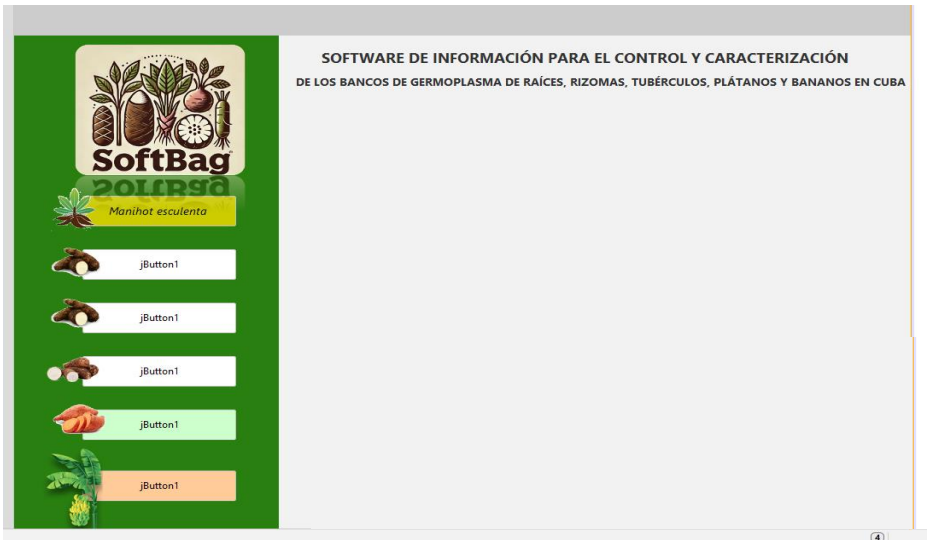


Figura 2. Pantalla Principal de la Aplicación

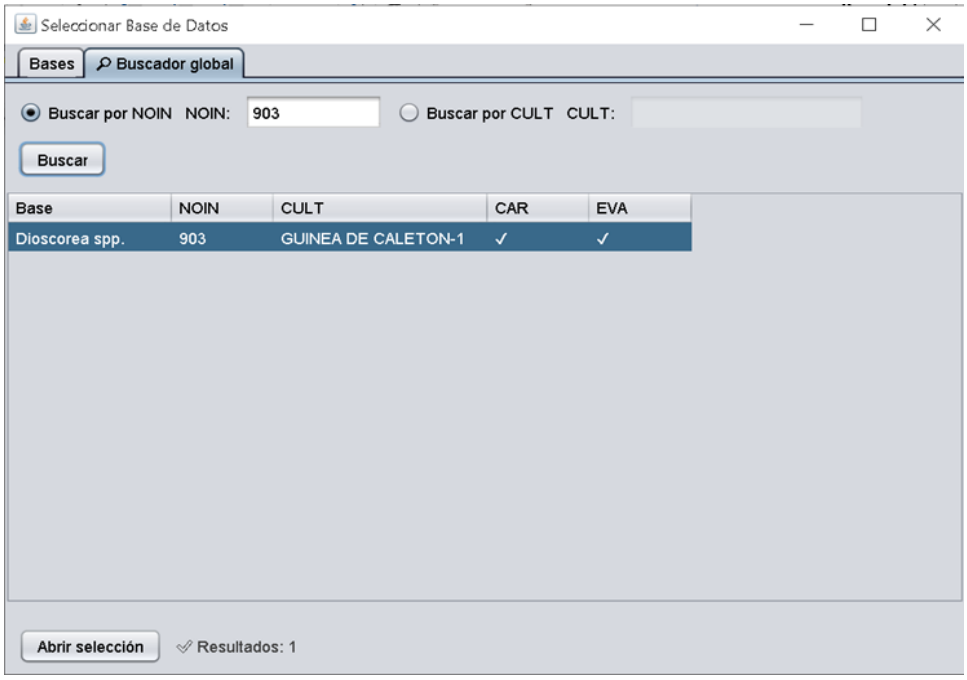


Figura 3. Buscador Global de la aplicación

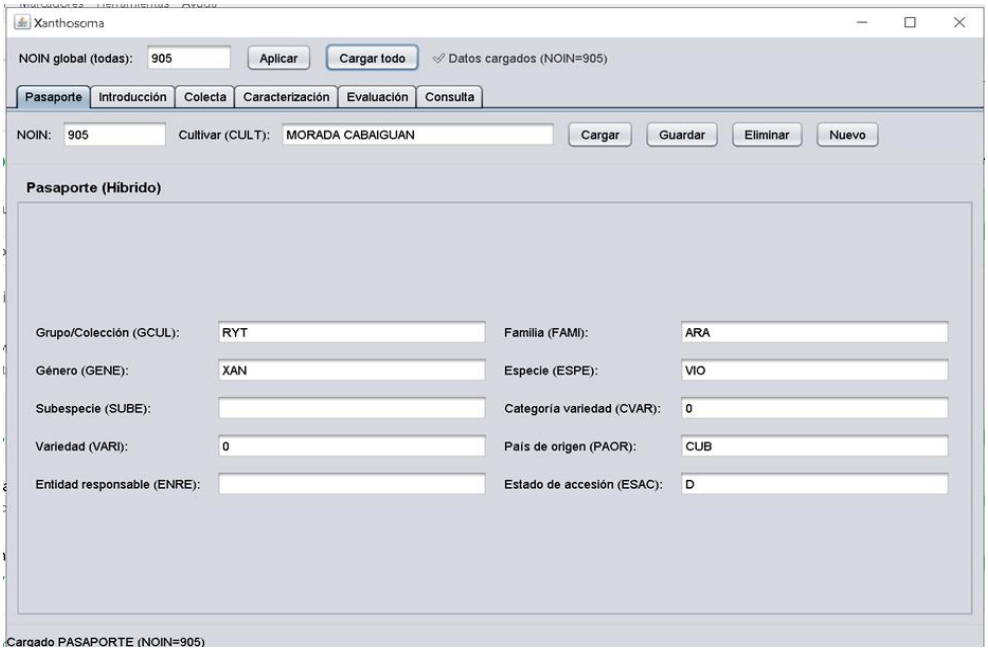


Figura 3. Flujo de introducción de datos de malanga *Xanthosoma*

CONCLUSIONES

SOFTBAG permitió el diagnóstico, procesamiento y validación de la información de los bancos de germoplasma institucionales, consolidando una base de datos relacional con 1,816 accesiones de seis cultivos prioritarios (malanga, yuca, boniato, ñame y plátano), lo que constituye un insumo clave para la conservación y estudio de la diversidad fitogenética cubana. Se diseñó e implementó una interfaz gráfica de usuario (GUI) funcional y centrada en el usuario final, desarrollada en NetBeans con Swing, cuya arquitectura modular por cultivo y sistema de autenticación seguro centraliza el acceso y la gestión de la información, mejorando la eficiencia de investigadores y técnicos. La infraestructura basada en software de código abierto (MySQL, phpMyAdmin, XAMPP) demostró ser robusta, escalable y de bajo costo, estableciendo un precedente replicable para otras instituciones. En conjunto, SOFTBAG aporta una herramienta innovadora que optimiza la preservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos, fortaleciendo las capacidades institucionales para la investigación y el mejoramiento genético, y contribuyendo directamente a la seguridad alimentaria y la conservación de la biodiversidad agrícola de Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

Castiñeiras, L., Fuentes, V., & Rodríguez, A. 2022. Conservación de recursos fitogenéticos en Cuba: experiencias y perspectivas. Cultivos Tropicales, 43(1), 15-28.

Davis, F. D. 2021. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319-340.

Dias, S., Costa, R., & Ferreira, L. 2022. Open-source technologies for biodiversity data management. Ecological Informatics, 68, 101556.

Engels, J. M. M., & Ebert, A. W. 2021. A critical review of the current global ex situ conservation system. Plants, 10(7), 1424.

Pérez, J., Rodríguez, M., & González, R. 2020. El banco de germoplasma de viandas tropicales del INIVIT: 50 años conservando la biodiversidad agrícola cubana. Revista de Investigaciones de Viandas Tropicales, 12(1), 5-18.

Rodríguez, D., Morales, A., & Jiménez, A. 2021. Caracterización morfoagronómica de accesiones de boniato (Ipomoea batatas L.) en Cuba. Cultivos Tropicales, 42(3), e08.

van Hintum, T. J. L., Menting, F., & van Strien, E. 2021. Data quality and data use in genebanks. Plant Genetic Resources, 19(2), 115-124

INTERJOVEN

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

GESTIÓN EFICIENTE DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN LA MAQUINARIA AGRÍCOLA A TRAVÉS DE LAS TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS

EFFICIENT FUEL CONSUMPTION MANAGEMENT IN AGRICULTURAL MACHINERY THROUGH INFORMATION TECHNOLOGIES

Dayron Tortoló-Betancourt*, Francisco Reyes-Ocampo, Jesús Suárez-Hernández

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.

**Autor para correspondencia: dayrontb9005@gmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de desarrollar una gestión eficiente del consumo de combustible en el área de maquinaria agrícola se realizó la presente investigación en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey*, ubicada en el Central España Republicana, municipio Perico, Matanzas, Cuba. La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la *Investigación Acción Participativa* (IAP) y se diseñó a partir de la integración de métodos de análisis multicriterio. Para la obtención y análisis de los índices tecnológicos y de explotación de las máquinas agropecuarias y forestales se empleó la norma cubana (NC34-37, 2023). El procesamiento de los datos y la determinación de los índices se efectuó mediante el sistema automatizado desarrollado sobre la plataforma de trabajo Excel para Windows, ejecutando el plan de trabajo del área mecanizada para cada uno de los meses del año, planificado según el cultivo a sembrar, la necesidad de combustible, la cantidad de hectáreas y las actividades a realizar en la preparación de la tierra con los implementos agrícolas. El uso de la aplicación Excel promueve un significativo nivel de eficiencia, en la gestión de la demanda y el gasto de combustible consumido por los meses del año. La utilización de dicha herramienta permite el acceso a la mejor propuesta organizativa en el uso de la maquinaria agrícola mediante la interacción de la información dinámica en la gestión del combustible entre los equipos, siembras y gastos, además ofrece una planificación de la explotación de las máquinas agrícolas de forma rápida y precisa.

Palabras clave: sistema informático, planificación, carta tecnológica

ABSTRACT

With the aim of developing efficient fuel consumption management for agricultural machinery, this research was conducted at the Indio Hatuey Pasture and Forage Experimental Station, located in the Central España Republicana sugar mill, Perico municipality, Matanzas province, Cuba. The study methodology was based on the principles of Participatory Action Research (PAR) and was designed using multi-criteria analysis methods. The Cuban standard (NC34-37, 2023) was used to obtain and analyze the technological and operational indices of the agricultural and forestry machinery. Data processing and index determination were carried out using an automated system developed on the Microsoft Excel for Windows platform.

This system implemented a work plan for the mechanized area for each month of the year, planned according to the crop to be planted, fuel requirements, number of hectares, and the activities to be performed in land preparation with the agricultural implements. The use of Excel promotes a significant level of efficiency in managing fuel demand and consumption throughout the year. This tool allows access to the best organizational approach for agricultural machinery use by facilitating the dynamic integration of fuel management information across equipment, crops, and expenses. Furthermore, it enables quick and accurate planning of agricultural machinery operation.

Key words: computer system, planning, technology chart

INTRODUCCIÓN

Cualquier proceso de producción agrario tiene como objetivo final la obtención de la mayor cantidad de productos con el mínimo de gastos posibles. Para el parque de máquinas y tractores (PMT), según Salas-Aguilar (2020), el problema se reduce al cumplimiento de las labores mecanizadas en el plazo establecido, con la máxima calidad y el mínimo de gastos.

En las condiciones en que se desarrolla la explotación de la maquinaria en Cuba se debe definir una metodología para recopilar la información sobre los tractores, las máquinas e implementos pertenecientes a la agricultura no cañera. Hoy en día, los sistemas de información juegan un papel primordial en la vida de las empresas, ya que ayudan a mejorar procesos, reducir tiempo (horas/hombre) y ayudan a centrarse en tareas que agreguen valor. Esto es muy diferente al del simple proceso de datos u obtención de los mismos, pero la función principal y que puede ser más palpable por la administración de la empresa es la de tener información fiable e inmediata, es decir, en tiempo y que sea de calidad (Bermeo *et al.*, 2022).

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey* ha evolucionado con el paso del tiempo, incrementando así sus líneas de investigación y, por ende, la demanda de combustible para el logro de sus investigaciones y producciones. De igual manera, teniendo en consideración el incremento de la demanda, surgieron problemas en la gestión del combustible, causando dificultades en la producción y cumplimiento de las líneas de investigación. Estos aspectos negativos afectaron drásticamente el desempeño de la entidad, impacto desfavorable en la gestión de los productos disponibles y la automatización de los procesos. Para resolver estos problemas, se propone el uso de una herramienta tecnológica para la gestión de forma viable y rápida de la información necesaria para la toma de decisiones, llevando un control adecuado de los datos.

Objetivo: Desarrollar una gestión eficiente del consumo de combustible en el área de maquinaria agrícola de la Estación Experimental *Indio Hatuey*, a través de las tecnologías informáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: El estudio se desarrolló en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes *Indio Hatuey* (EEPF-IH), centro de investigación perteneciente a la Universidad de Matanzas, ubicado en el Central España, municipio Perico, provincia Matanzas, Cuba.

Procedimiento experimental: La metodología de estudio se fundamentó en los principios de la *Investigación Acción Participativa* (IAP), la cual se diseñó a partir de la integración de métodos de análisis multicriterio y propuesta por la bibliografía especializada de Sarandón *et al.* (2016).

El procedimiento desarrollado para determinar de forma integrada la carga de trabajo-insumos para el parque de maquinaria de la EEPF-IH para las fuentes energéticas en la plataforma Excel, se realizó en las siguientes etapas:

- ✓ Identificar las condiciones de manejo para el proceso tecnológico que se evalúa.
- ✓ Planificar la carga de trabajo real por marca a partir de las cartas tecnológicas obtenidas siguiendo los criterios.
- ✓ Definir los codificadores para los insumos, los componentes, las capacidades por componentes y los regímenes de cambios dentro de la unidad.
- ✓ Establecer los reportes para la demanda de insumos según proceso tecnológico, marca de equipo y su pertenencia.

De esta forma, se efectuó un diagnóstico general del parque de maquinaria, sobre la base metodológica del diagnóstico, donde se combinaron diversas herramientas, tales como: recorridos exploratorios, entrevistas estructuradas, observaciones y mediciones (Ortiz-Pérez *et al.*, 2016). Además, la información se complementó con la metodología de Pérez-Consuegra (2018) para la obtención de los datos.

Se procedió a evaluar el rendimiento del tractor en una finca de la estación e intercambiar entre especialistas y operadores de la misma y del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), como un requisito previo para analizar su desempeño.

Se realizaron planillas para la recogida de los datos de las áreas y así realizar los análisis correspondientes con más facilidad y menos margen de error, el diagnóstico consideró:

- ✓ Eficiencia en el uso del combustible en cada actividad agrícola.
- ✓ Eficiencia en el tiro del implemento agrícola.

•

Metodología para la obtención de los índices tecnológicos y de explotación del equipo:

Se utilizó la norma cubana (NC34-37, 2023), la cual establece la metodología para la obtención y análisis de los índices tecnológicos y de explotación de las máquinas agropecuarias y forestales. Se realizó el cronometraje y se tomaron los valores de los tiempos de trabajo. Para el procesamiento de datos y la determinación de los índices se utilizó el sistema automatizado desarrollado sobre una plataforma de trabajo Excel para Windows.

Metodología para determinar el consumo de combustible:

El combustible consumido por el tractor durante el turno de trabajo, se obtuvo a través mediciones realizadas al inicio y final de cada giro en el campo, con una regla aforada, teniendo en cuenta la capacidad del tanque (NC 34-38, 2003).

En Cuba es ampliamente utilizada la (NC 34-37, 2023) para la realización de este tipo de estudios. Con el fin de determinar estos índices, diversos autores han desarrollado programas de computación utilizados como herramientas para facilitar diferentes cálculos de explotación de los tractores, un ejemplo de estos es el AnaExplo (Sotto *et al.,* 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La programación de las actividades agrícolas de los cultivos es un aspecto que determina la calidad y éxito de la producción. En la tabla 1 se observa partiendo de las tecnologías de cultivos disponibles para cada período la distribución de las necesidades de combustible para el año 2025.

Esta hoja electrónica nos permite planificar la demanda de combustible total del año que tendrá cada cultivo a la hora de preparar la tierra, según la tecnología agrícola utilizada acorde a las normas de eficiencia técnicas (Suárez-León y Ríos-Hernández, 2019; Cranefield *et al*., 2023).

El manejo tecnológico desde una perspectiva integral de sostenibilidad se enfoca en solucionar las limitaciones para el desarrollo del cultivo, vinculadas con la labranza y en la correcta selección de equipos para evitar roturas, coincidiendo con lo planteado por (Betancourt-Rodríguez *et al.,* 2019; Chiliquinga *et al.,* 2021). Este reporte constituye la base para realizar los análisis de explotación de la maquinaria y, por consiguiente, determinar la gestión de combustible y el mantenimiento de las fuentes energéticas de las labores de trabajo para cada cultivo.

Tabla 1. Gestión del combustible para el año 2025

Plan de trabajo del área mecanizada para el año 2025					
Cultivo	**Actividad Plan**	**Equipo-Implemento**	**Índice**	**Ha o Día**	**Lts**
Organopónico	Traslado de hortalizas a España	Tractor - Carreta	2,5 lts/hrs	viajes x lts	55
	Traslado de Materia Orgánica	Tractor - Carreta	2,5 lts/hrs	viajes x lts	55
	Chapea de sus áreas	Tractor - Antonio Carraro Chapeadora	1,8 lts/hrs	viajes x lts	40
	Recogida de basuras	Tractor - Carreta	2,5 lts/hrs	viajes x lts	30
	Tiro de Materia Orgánica	Tractor - Carreta	2,5 lts/hrs	veces x lts	140
	Reapile y Cargue de M. Orgánica	Tractor - Pala	3,75 lts/hrs	veces x lts	40
	Mesclar M. orgánica	Tractor - Eq. Mesclador	3.5 Lts/hrs	veces x lts	0
	Reapile y cargue de basura	Tractor - Pala	3,75 lts/hrs	veces x lts	20
	Limpieza de fosa y biogás t/ martes y viernes distribución en áreas agrícolas	Tractor - Eq. Limpia fosa	3,75 lts/hrs	veces x lts	225

	Distribuir M. Orgánica	Tractor - Distribuidor de Abono		veces x lts	140
Áreas de Siembra	Tractor_Chapea de áreas p/cercar	Chapeadora	3.5 Lts/hrs	veces x lts	0
	cosecha	Chapeadora	3.5 Lts/hrs	veces x lts	160
	Tractor_Chapea de Jatropha y frutales	Chapeadora	3.5 Lts/hrs	veces x lts	25
	Roturación	ADI-3	22 lts /ha	ha	495
	_Mullido pesado	Tractor - Grada Aradora	15 lts / ha	ha	378
	Mullido ligero con cruce	Tractor - Grada ligera	7 lts /ha	ha	111.3
	Recruce	Tractor_		ha	88
	Mullido ligero	Tractor		ha	28
	Land Plane o pasar rail	Tractor		ha	0
	Mullido ligero	Tractor		ha	14
	Surcar	Tractor - Surcador	7,2 lts/ha	ha	64.08
	Partir surco	Tractor - Partidor	7 lts/ha	ha	56
	Siembra			ha	131
	Cultivo	Tractor - Cultivador	7 lts/ ha	veces x ha	1728.79
	Aporque	Tractor - Aporcador	7,2 lts/ha	veces x ha	1611.936
	Fumigación	Tractor - Asperjadora	2,5 lts/hrs	veces x lts	1034.27
	Riego	Motobomba pozo	2,3 lts/ hrs	veces x lts	1520
	Cosecha			ha	109.8
	Limpieza y traslado			veces x lts	103
Otras Actividades	Recogida y tiro de gallinasa 60 t/ha	Camión y palita		viajes x lts	240
	Limpieza de zanjas	Zanjeador	2,5 lts/hrs	veces x lts	20
Total de Litros					**8663**

La información analizada dio a conocer la demanda total de combustible para enfrentar las condiciones de trabajo del año, lo cual incluyó las labores definidas en las cartas tecnológicas enmarcadas en cuatro grupos fundamentales: acondicionamiento; laboreo, riego y fumigación, con un valor final del año de 8663 Lts agrupando todas las actividades agrícolas.

CONCLUSIONES

El uso de la aplicación Excel promueve un significativo nivel de eficiencia, en la gestión de la demanda y el gasto de combustible consumido por los meses del año. La utilización de dicha herramienta permite el acceso a la mejor propuesta organizativa en el uso de la maquinaria agrícola mediante la interacción de la información dinámica en la gestión del combustible entre los equipos, siembras y gastos, además ofrece una planificación de la explotación de las máquinas agrícolas de forma rápida y precisa.

BIBLIOGRAFÍA

Bermeo, M.; Patiño, O.; Valencia, A.; Benjumea, M. y Bran, L. 2022. Research trends of the knowledge-based economy. Intangible Capital. 18 (2):290-313. http://dx.doi.org/10.3926/ic.2048. 2022.

Betancourt-Rodríguez, Y.; Pérez-Santos, Dayana y Álvarez-Rojas, A. 2019. Asistencia técnica de la labranza en el control de arvenses en caña de azúcar. Ingeniería Agrícola. 9 (3). https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1137.

Chiliquinga Baquero, Lesly María; Gamboa, J. y Mancheno, M. 2021. Automatización pilar de innovación del marketing de contenidos en empresas de servicio. Revista Científica FIPCAEC. 6(1):52-75.

Cranefield, Jocelyn; Winikoff, M.; Chiu, Yi-Te; Li, Yevgeniya; Doyle, C. y Richter, A. 2023. Partnering with AI: The case of digital productivity assistants. Journal of the Royal Society of New Zealand. 53 (1):95-118.

NC34-37. 2023. Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa., Vig.

NC34-38. 2003. Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación económica., Vig.

Ortiz-Pérez, R.; Angarica-Ferrer, Lydia; Acosta-Roca, Rosa y Guevara-Guevara, F. 2016. Manual de monitoreo y evaluación participativo con enfoque de género. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Pérez-Consuegra, N. 2018. Curso Agroecología. Sostenibilidad, indicadores de sostenibilidad. Maestría en Agricultura Urbana. 2da edición.

Salas-Aguilar, R. 2020. Propuesta del plan de mantenimiento en el taller de maquinaria pesada de la Empresa Minera Castor, Ancash. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8683.

Sarandón, S.J.; Bonicatto, M.M. y Gargoloff, N. 2016. Rol de la agrobiodiversidad para un manejo sustentable y resiliente de los agrosistemas: importancia del componente cultural. Cuadernos de la Biored. Biored Iberoamericana, CYTED. 1:21-33.

Sotto, D; Brisuela, M. y Lora, D. 2006. Aplicabilidad del software ANAEXPLO para la realización del balance en las unidades agrarias de servicio de maquinaria. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 15 (2):33-36.

Suárez-León, J. y Ríos-Hernández, A. 2019. Diagnóstico sobre la existencia y utilización de la maquinaria agrícola en Cuba. Ingeniería Agrícola. 9 (4). https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1175.

ACTUALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL PROYECTO IRES

UPDATE OF THE SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF THE IRES PROJECT

Roberto Cruz Morejon[1], Armando Avila García[1*], Rafael Cruz Iglesias[2], Grecio Miguel Lorenzo Rodríguez[1], Armando Avila Mezquía[3], Raciel Avila García[1], Zaida Mezquía Mesa[1]

[1]*Grupo Agroforestal, Cuba.*
[2]*GEOCUBA, Cuba.*
[3]*CUJAE, Cuba.*
**Autor para correspondencia: armandoavilagarcia9@gmail.com*

INTRODUCCIÓN

La Teledetección a través de las imágenes de satélites ofrecen información espacial y temporal, información base para el análisis del paisaje, así como también para cuantificar los cambios en los usos para un período de tiempo determinado (Huang *et al.*, 2010). La cartografía generada de los cambios de usos y coberturas del suelo puede ser integrada, junto con otros datos o mapas, en un Sistema de Información Geográfica (SIG), ofreciendo posibilidades de análisis de información espacial, por ejemplo, determinar y analizar cambios en el paisaje (Cheng y Jan, 2000).

Con el objetivo de elevar la calidad, eficiencia y eficacia en la implementación del proyecto IRES se decide crear una Infraestructura de Datos Espaciales para los sitios de intervención del proyecto donde se facilite la información desde el campo hasta la plataforma y de obtenga información de alta calidad, utilizando técnicas novedosas.

Objetivo: Mostrar los resultados de la implementación de la Infraestructura de Datos Espaciales del proyecto "Resiliencia climática en ecosistemas agrícolas de Cuba (IRES)", que incluye los datos geográficos fundamentales, servicios de geoprocesamiento y aplicaciones específicas desarrolladas disponibles desde un centro de datos de alta disponibilidad que brinde servicios a las instituciones participantes con alcance territorial y nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Levantamiento Catastral de los 7 municipios de intervención del Proyecto con datos georreferenciados.

Información general de los productores, el componente social, el componente ambiental - productivo

Programa informático y servicios del centro de información Geoespacial de GEOCUBA.

Se partió del levantamiento catastral (figura 1) de las fincas seleccionadas en los 7 municipios vulnerables al cambio climático que forman parte del proyecto, Los Arabos (MT), Corralillo, Quemado de Güines y Santo Domingo (VC) y Jobabo, Colombia y Amancio Rodríguez (LT). Se gestionan las parcelas en las que se implementan diferentes módulos agroforestales con el objetivo de rehabilitar los paisajes productivos e incrementar la resiliencia climática de las comunidades.

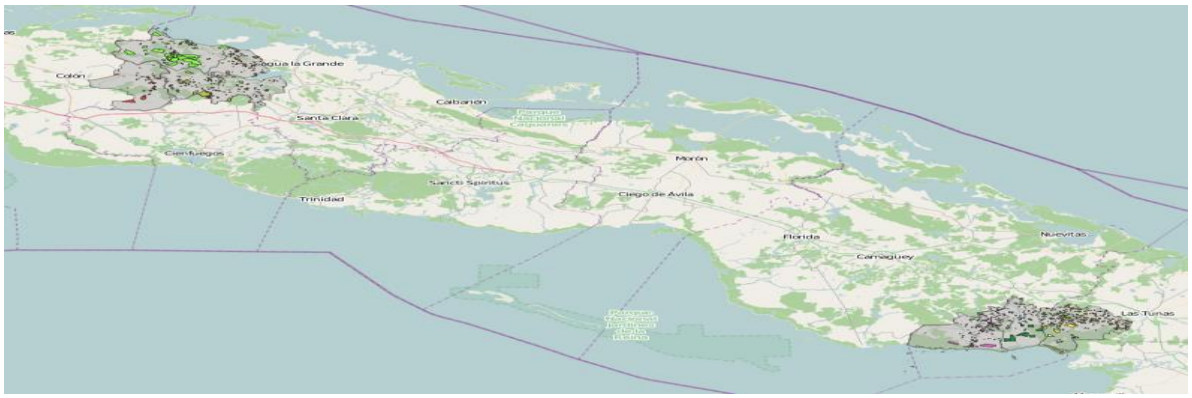


Figura 1. Levantamiento Catastral de los sitios de intervención del proyecto

A la información catastral se asoció la información general de los productores, el componente social, el componente ambiental - productivo y los reportes económicos con la cual se generan mapas temáticos y reportes a todos los niveles. Usando la arquitectura de IDE basada en software de código abierto para la geomática se implementó la IDE IRES. (figura 2)

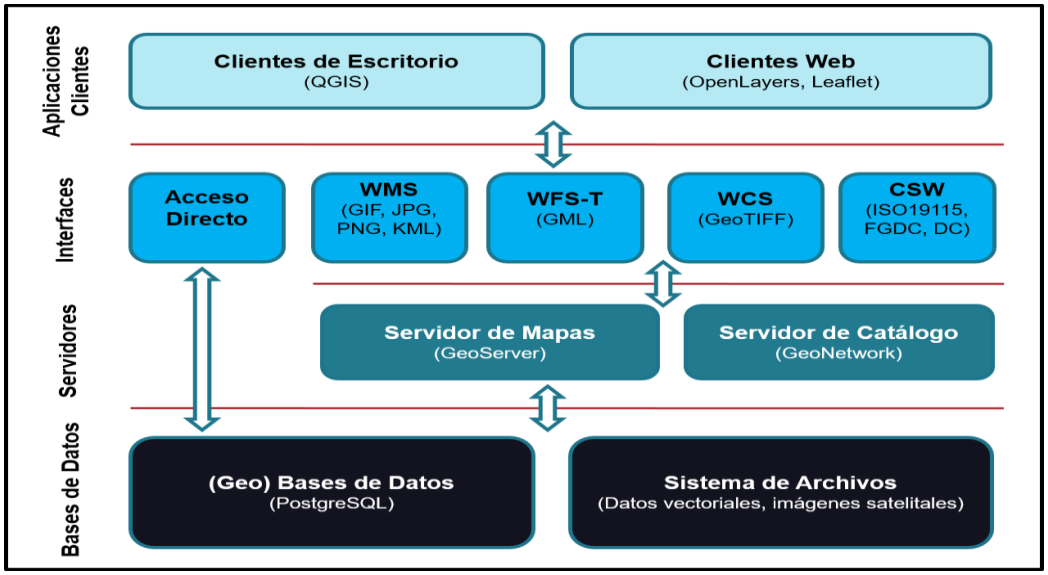


Figura 2. Arquitectura de IDE utilizada para el diseño de la IDE del Proyecto IRES

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza el levantamiento de cada sitio de intervención, georreferenciándolo (Ver fig. 4) y cómo ven se pueden obtener una serie de datos con solo pinchar en una finca en el mapa

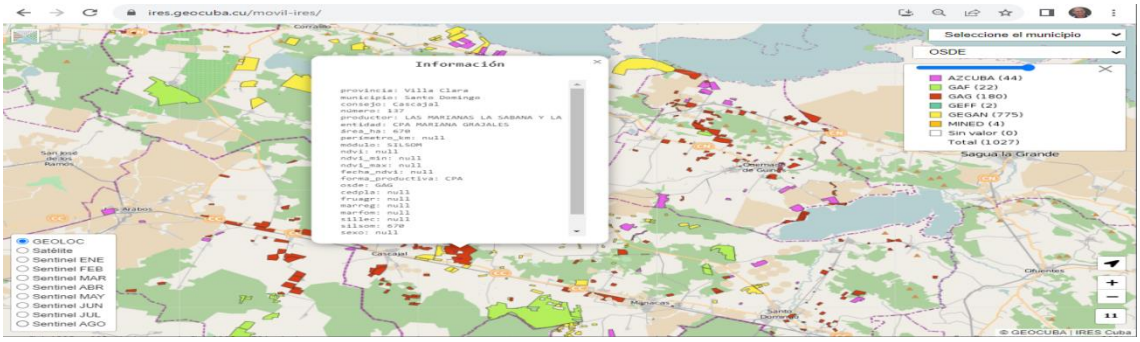


Figura 3. Representación de las fincas de la provincia Villa clara, levantamiento topográfico e información de cada sitio de intervención.

Se obtiene un reporte por las diferentes organizaciones superiores (OSDES) que participan, así como la cantidad de formas productivas que las componen en cada municipio. En reporte de datos nos ayuda a realizar análisis cuantitativos y cualitativos para la toma de decisiones y el avance del proyecto en sus diferentes fases de implementación.

Observen el nivel de resolución de las capas que permiten hasta determinar si las áreas tienen actividades realizadas, instalaciones, reservorios de agua, cultivos, viales etc., algo que puede ser monitoreado desde la Unidad Nacional de Gestión del Proyecto con esta herramienta de trabajo (figura 4) y en la fig. 9 observamos que nos permite mantener una alerta sobre los focos de calor en el periodo de sequía, en la imagen se muestra un foco de calor donde ocurría un incendio en tiempo real y el área afectada las imágenes tienen menos de 5 días de diferencia.

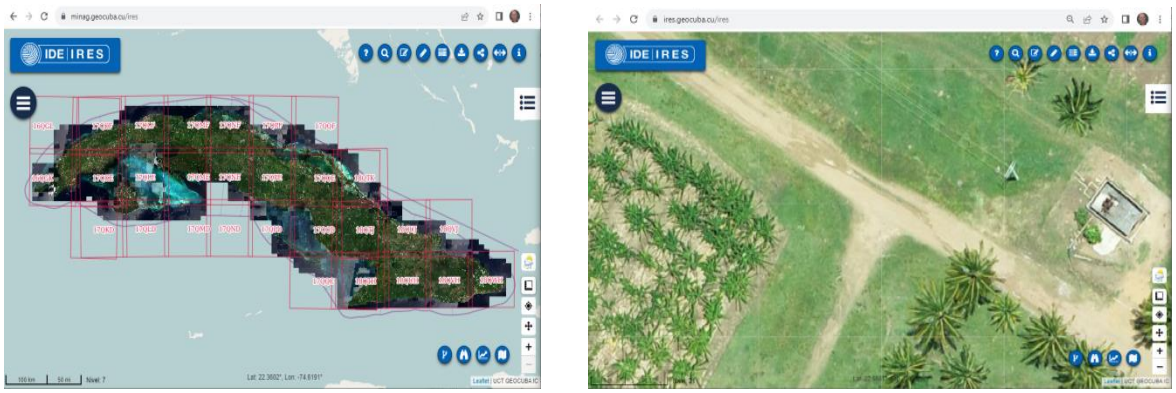
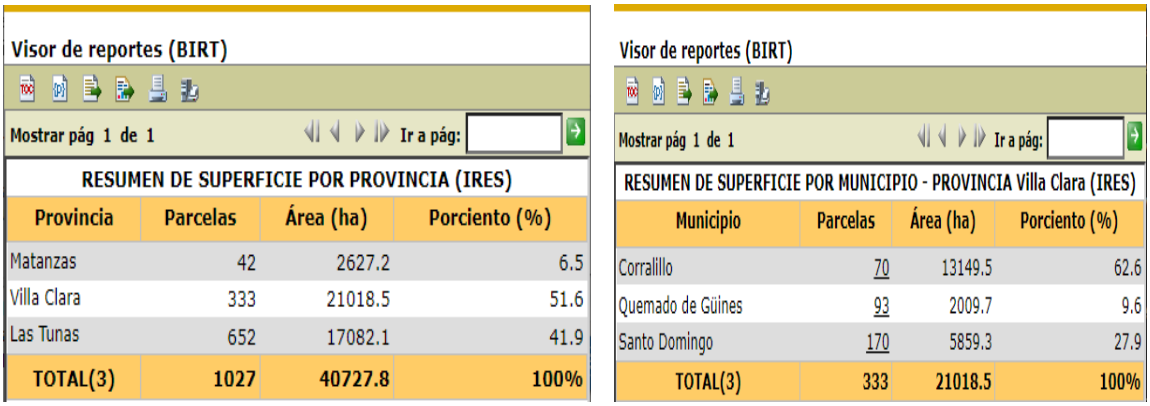


Figura 4. Imágenes de toda la isla y de alta resolución del terreno

Integración con reportes, descarga de los datos en formatos Excel, descarga de documentos y descarga de datos geográficos. Se pueden hacer resúmenes de cantidad de parcelas y área por provincia, municipio y consejo popular. Desde cada uno de estos resúmenes es posible acceder al listado de parcelas mediante un enlace (figura 5).



Visor de reportes (BIRT)

Mostrar pág 1 de 1 Ir a pág:

RESUMEN DE SUPERFICIE POR PROVINCIA (IRES)

Provincia	Parcelas	Área (ha)	Porciento (%)
Matanzas	42	2627.2	6.5
Villa Clara	333	21018.5	51.6
Las Tunas	652	17082.1	41.9
TOTAL(3)	1027	40727.8	100%

Visor de reportes (BIRT)

Mostrar pág 1 de 1 Ir a pág:

RESUMEN DE SUPERFICIE POR MUNICIPIO - PROVINCIA Villa Clara (IRES)

Municipio	Parcelas	Área (ha)	Porciento (%)
Corralillo	70	13149.5	62.6
Quemado de Güines	93	2009.7	9.6
Santo Domingo	170	5859.3	27.9
TOTAL(3)	333	21018.5	100%

Figura 5. Tipos de reportes en tablas a los que se puede acceder con los datos introducidos `en la IDE en forma de reportes en tablas.

Consideramos que la Infraestructura de Datos Espaciales del Proyecto IRES constituye una herramienta de trabajo de alta calidad, precisión y desenvolvimiento para todos los que interactuaran con ella, haciendo más fiables los resultados a presentar.

CONCLUSIONES

La infraestructura de datos espaciales permite acceder de manera flexible a los datos espaciales del proyecto mediante tecnologías web. La disponibilidad de datos precisos, accesibles y bien documentados es clave en el proceso de transformación digital al que estamos llamados.

El uso de estas tecnologías habilitadoras, como recomiendan las Naciones Unidas, es fundamental para medir el avance del proyecto, además de garantizar la transparencia de la información para todos los actores involucrados.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar M., F. Bianconi F., and Aguilar I., (2014). Object-Based Greenhouse Classification from GeoEye-1 and WorldView-2 Stereo Imagery, Remote Sens. 6(5) 3554–3582.

Barrera Narváez, C.-F., González Sanabria, J.-S., Cáceres Castellanos, G., Barrera Narváez, C.-F., González Sanabria, J.-S. y Cáceres Castellanos, G. (2020) "Toma de decisiones en el sector turismo mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica e inteligencia de negocios".

Berlanga-Robles C., and Ruiz-Luna (2006). Assessment of change in the landscape of the San Blas estuarine system, Nayarit, Mexico through the analysis of Landsat MSS images. Ciencias Marinas, núm. 32, pp. 523-538.

Chen H., Marter-Kenyon J., López-Carr D., and Liang X., (2015). Land cover and landscape changes in Shaanxi Province during China's Grain for Green Program (2000– 2010). Environ Monit Assess 187: 644 DOI 10.1007/s10661-015-4881-z.

Chuvieco E., (2008). Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio. 3ª ed. Barcelona España. Editorial Ariel S. A. Chuvieco E., (1996). Empleo De Imágenes De Satélite Para Medir La Estructura Del Paisaje: Análisis Cuantitativo y Representación Cartográfica. Serie Geográfica, Vol. 6, Pp. 131-147.7

Huang J., Lin J., and Tu Z., (2010). Detecting spatiotemporal change of land use and landscape pattern in a coastal gulf region, southeast of China. Environ Dev Sustain, 12:35– 48. doi 10.1007/s10668-008-9178-8.

Muro-Medrano, P. (2012). Etapas de la popularización de las infraestructuras de información geoespacial. GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica 12, 1–5. Retrieved from: http://geofocus.rediris.es/2012/Editorial_2012.pdf

INTERJOVEN

PERCEPCIÓN CLIMÁTICA Y PRODUCCIÓN LECHERA EN EL CARCHI: IMPACTOS Y RESPUESTAS LOCALES

CLIMATIC PERCEPTION AND DAIRY PRODUCTION IN CARCHI: IMPACTS AND LOCAL RESPONSES

Guillermo Fausto Montenegro-Arellano[1]*, Luis Alfredo Carvajal-Pérez[1], Gustavo Javier Terán-Rosero[1], Gladys Primavera Urgilés-Urgilés[1], Fermín Raúl Cobo-Cuña[2], Verena Torres Cárdenas[2]

[1] Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador.
[2] Instituto de Ciencia Animal, Cuba.
**Autor para correspondencia: guillermo.montenegro@upec.edu.ec*

RESUMEN

La producción lechera en la provincia del Carchi enfrenta presiones crecientes asociadas a la variabilidad climática, con efectos sobre la disponibilidad y calidad del forraje, la salud del ganado y la estabilidad económica de las unidades productivas. El objetivo del estudio fue analizar la percepción de productores lecheros respecto a la influencia de factores climáticos sobre la productividad, identificando los elementos considerados más críticos y las respuestas locales adoptadas. Se aplicó un cuestionario estructurado con escala tipo Likert (Nada, Poco, Moderadamente, Importante, Muy importante) a 343 unidades productivas seleccionadas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia en distintos sectores de la provincia. Se realizó análisis descriptivo de frecuencias y análisis multivariado (análisis de componentes principales, análisis de conglomerados K-means y análisis jerárquico), complementado con un diagrama ombrotérmico (Bagnouls y Gaussen) para el periodo 1993–2023. Los resultados muestran una concentración de respuestas en “Importante” y “Muy importante”, especialmente para disponibilidad de agua en estación seca, humedad del suelo, heladas y estrés térmico. El ACP indicó que los dos primeros componentes explicaron 48,16 % de la variabilidad, interpretándose como un gradiente de impacto climático percibido (PC1) y un componente asociado a prácticas adaptativas (PC2). El K-means identificó tres perfiles de percepción (baja, moderada y alta). Se concluye que la integración sistemática de percepciones locales constituye un insumo operativo para orientar estrategias de adaptación y asistencia técnica diferenciadas por perfiles y zonas agroecológicas.

Palabras clave: cambio climático; percepción social; producción lechera; variabilidad climática; resiliencia.

ABSTRACT

Milk production in the province of Carchi faces increasing pressures associated with climate variability, affecting forage availability and quality, livestock health, and the economic stability of production units. This study aimed to analyze dairy farmers' perceptions regarding the influence of climatic factors on productivity, identifying the most critical elements and the local responses adopted. A structured questionnaire with a five-point Likert scale (None, Low, Moderate, Important, Very important) was administered to 343 production units selected through non-probabilistic convenience sampling across different areas of the province. Descriptive frequency analysis and multivariate analysis (principal component analysis, K-means clustering, and hierarchical clustering) were performed, complemented by an ombrothermic diagram (Bagnouls and Gaussen) for the 1993–2023 period. Results show a concentration of responses in "Important" and "Very important," particularly for water availability during the dry season, soil moisture, frost events, and thermal stress. PCA indicated that the first two components explained 48.16% of total variance, interpreted as a gradient of perceived climatic impact (PC1) and an adaptive response component (PC2). K-means identified three perception profiles (low, moderate, and high). It is concluded that systematically integrating local perceptions is an operational input to guide adaptation strategies and technical assistance tailored to profiles and agroecological zones.

Key words: climate change; social perception; dairy production; climate variability; resilience.

INTRODUCCIÓN

La ganadería lechera constituye una actividad económica y sociocultural relevante en la provincia del Carchi; sin embargo, su estabilidad es crecientemente condicionada por la variabilidad climática, expresada en irregularidad de precipitaciones, cambios de temperatura y ocurrencia de eventos extremos (p. ej., heladas). Estos factores inciden en la oferta forrajera y en el desempeño productivo, incrementando la vulnerabilidad de sistemas predominantemente familiares y semi-tecnificados.

En contextos rurales, la percepción del cambio y la variabilidad climática orienta decisiones de manejo y constituye una fuente de conocimiento local complementaria a los registros meteorológicos. Por ello, su análisis resulta pertinente para diseñar medidas de adaptación consistentes con las capacidades y prioridades territoriales, y para focalizar acciones de asistencia técnica.

Adicionalmente, la exposición no es homogénea entre zonas, por lo que se requieren aproximaciones diferenciadas. En este marco, se integró el análisis perceptual mediante encuesta con herramientas multivariadas y la caracterización climática local mediante un diagrama ombrotérmico para describir patrones y perfiles de percepción asociados a factores climáticos y respuestas de manejo.

Objetivo: Analizar la percepción de los productores lecheros de la provincia del Carchi sobre la influencia de los factores climáticos en la productividad, identificando eventos percibidos, efectos sobre los sistemas productivos y estrategias adoptadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de investigación. Estudio descriptivo con enfoque mixto, basado en encuesta y análisis multivariado.

Diseño metodológico. Se aplicó una encuesta estructurada con escala Likert de cinco categorías (Nada, Poco, Moderadamente, Importante, Muy importante), con ítems vinculados a precipitación, temperatura, humedad, heladas y eventos extremos, así como prácticas de manejo (ensilaje, henificación y uso de concentrados).

Población y muestra. La población objetivo correspondió a pequeños y medianos productores lecheros del Carchi. Se empleó muestreo no probabilístico por conveniencia, con una muestra de **343** unidades productivas distribuidas en diferentes sectores de la provincia.

Análisis de datos.

a) **Estadística descriptiva:** frecuencias absolutas y relativas por ítem y por bloques temáticos.

b) **ACP:** estandarización mediante Z-score y extracción de componentes para reducir dimensionalidad y explorar estructura de percepción.

c) **Conglomerados:** K-means para tipologías de productores según similitud de respuestas; análisis jerárquico (método de Ward) para validar estructura.

d) **Diagrama ombrotérmico:** metodología de Bagnouls y Gaussen para 1993–2023, aplicando el criterio $\mathbf{P \leq 2T}$ con promedios mensuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis descriptivo, las respuestas se concentraron en las categorías "Importante" y "Muy importante", destacando la disponibilidad de agua en estación seca, humedad del suelo, heladas y estrés térmico (figura 1). Este patrón es consistente con evidencia que vincula extremos térmicos e hídricos con afectaciones productivas y fisiológicas en sistemas agropecuarios (Hatfield y Prueger, 2015; IPCC, 2021). La dispersión en ítems asociados a humedad–salud animal y prácticas de suplementación sugiere heterogeneidad en la identificación de efectos indirectos, lo cual puede limitar la adopción de medidas de manejo costo-eficientes (Mertz *et al.*, 2009).

El ACP explicó 48,16% de la variabilidad con dos componentes principales: PC1 (impacto climático percibido) y PC2 (prácticas adaptativas, principalmente conservación de forraje). En términos aplicados, PC1 representa la sensibilidad percibida ante factores que inciden sobre pasturas, agua y estrés térmico; mientras que PC2 aproxima la orientación hacia respuestas de manejo. La tipificación por K-means identificó tres perfiles (bajo, moderado y alto), lo que permite focalizar la extensión rural: en el perfil bajo se recomienda fortalecer alfabetización climática y reconocimiento de impactos indirectos; en el moderado, priorizar prácticas de manejo forrajero; y en el alto, consolidar monitoreo local y estrategias de adaptación con énfasis en agua y forraje (Ministerio del Ambiente, 2012; FAO, 2024).

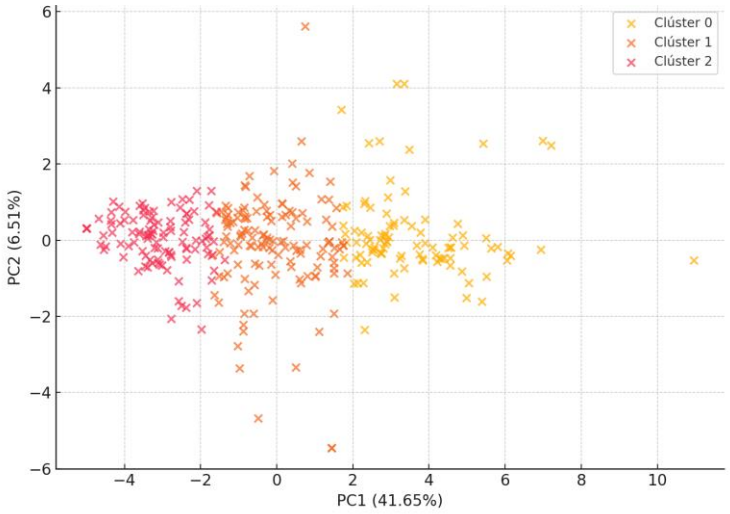


Figura 1. Clústers. Percepción de Factores Climáticos.

Fuente: Elaboración Propia.

La caracterización climática histórica mediante diagrama ombrotérmico (figura 2) respalda la interpretación estacional del riesgo hídrico, coherente con reportes institucionales (INAMHI, 2023). En conjunto, los resultados sostienen que la percepción climática es un insumo operativo para orientar adaptación y asistencia técnica diferenciada, especialmente en territorios donde los sistemas familiares son más vulnerables (Lampis, 2013; Díaz-Gonzales *et al.*, 2022).

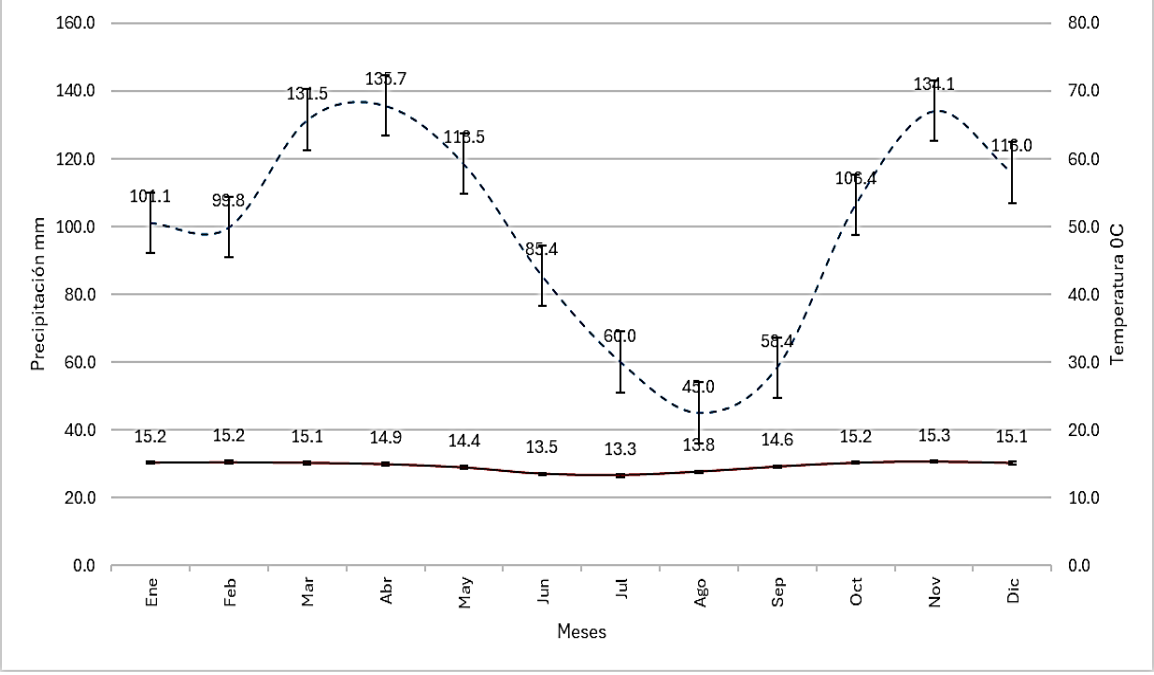


Figura 2. Diagrama ombrotérmico Huaca 1993-2023

Fuente: Elaboración propia

El análisis de conglomerados K-means identificó **tres perfiles**: i) baja percepción del impacto, ii) percepción moderada, y iii) alta sensibilidad climática, lo que respalda la focalización de asistencia técnica por perfiles (figura 3). En conjunto, los resultados sugieren que, aun cuando existe reconocimiento elevado de impactos directos, la apropiación de medidas asociadas a efectos indirectos y manejo adaptativo requiere fortalecimiento mediante capacitación, monitoreo local participativo y recomendaciones diferenciadas por zona agroecológica.

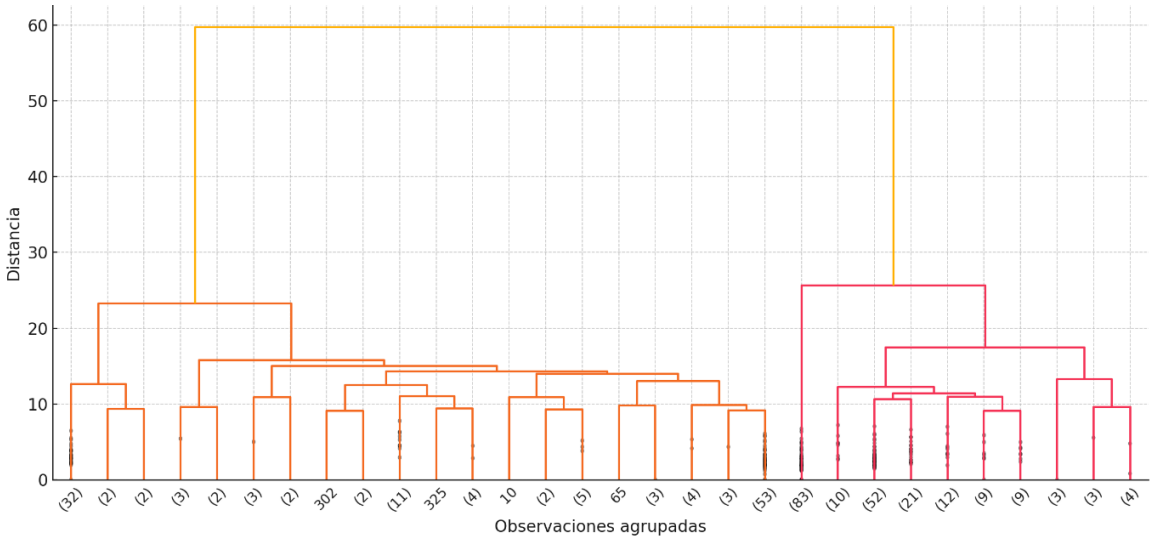


Figura 3. Dendograma Jerárquico: Percepción climático Carchi.
Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

La percepción climática de productores lecheros del Carchi fue predominantemente alta para variables críticas como disponibilidad de agua en estación seca, heladas y estrés térmico, evidenciando reconocimiento de impactos directos del clima sobre la producción. El ACP distinguió un eje de impacto climático percibido y un eje de respuestas adaptativas, y el análisis de conglomerados definió tres perfiles útiles para segmentar la asistencia técnica. Se concluye que integrar percepciones locales con caracterización climática histórica permite orientar estrategias de adaptación, priorizando manejo de agua y forrajes, y fortaleciendo capacidades para reconocer efectos indirectos que condicionan la resiliencia productiva.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, M.N., & Haq, S.M.A. 2019. Indigenous people's perceptions about climate change, forest resource management, and coping strategies: a comparative study in Bangladesh. Environment, Development and Sustainability 21(2): 679–708. https://doi.org/10.1007/s10668-017-0055-1

Díaz-Gonzales, A.M., Ortega, J., Seoane, C., & Morales-Opazo, C. 2022. Tipología de microrregiones en el sector agrícola de Ecuador. FAO – Estudio Técnico 22. https://doi.org/10.4060/cc2620es

FAO. 2024. Producción de leche: puerta de entrada a la producción y los productos lácteos. https://www.fao.org/home/en/

Gonzalez-Narváez, K. 2021. Análisis de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático del sector ganadero… (tesis). http://hdl.handle.net/10644/8334

Hatfield, J., & Prueger, J. 2015. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. Weather and Climate Extremes 10: 4–10. https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.001

INAMHI. 2023. Boletín climatológico mensual. https://servicios.inamhi.gob.ec/boletines/

IPCC. 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Lampis, A. 2013. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. Revista Colombiana de Geografía 22(2): 17–33. https://doi.org/10.15446/rcdg.v22n2.37017

Leiserowitz, A. 2006. Percepción del riesgo del cambio climático y preferencias políticas. Climatic Change 77(1): 45–72. https://doi.org/10.1007/s10584-006-9059-9

Meisser, M., Deléglise, C., Dubois, S., Probo, M., & Mosimann, E. 2019. Limitaciones de nutrientes inducidas por la sequía… Agriculture, Ecosystems & Environment. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.027

Mertz, O., Halsnæs, J., Rasmussen, K., & Olesen, J.E. 2009. Adaptación al cambio climático en los países en desarrollo. Environmental Management 43(5): 743–752. https://doi.org/10.1007/s00267-008-9259-3

Ministerio del Ambiente. 2012. Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012–2025. https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/54668.pdf

Panadero, A.N. 2022. Percepciones de pequeños productores sobre cambios en el clima… Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 33(2): e20543. https://doi.org/10.15381/rivep.v33i2.20543

Terán, G., & Cobo, R. 2017. Factores de gestión determinantes en explotaciones lecheras del Carchi, Ecuador. Cuban Journal of Agricultural Science 51(2): 175–182. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802017000200002

Trejo Casanova, C., et al. 2023. Efecto de la temperatura ambiente en la producción de leche… Acta Agronómica 72(1): 97–102. https://doi.org/10.15446/acag.v72n1.97481

TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR AGROPECUARIO CUBANO: RETOS Y PERSPECTIVAS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES IN THE CUBAN AGRICULTURAL SECTOR: CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Yaneilys García Avila*, Mildrey Torres Martinez,
Yolaine Medina Mesa y Magaly Herrera Villafranca

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
Autor para correspondencia: yaneilys@nauta.cu

RESUMEN

El presente artículo analiza el estado actual, los retos y las perspectivas de las técnicas de inteligencia artificial (IA) aplicadas al sector agropecuario cubano. A partir de una revisión sistemática de la literatura especializada publicada entre 2021 y 2025, se identificaron las principales tecnologías en uso o en proceso de implementación en Cuba: procesamiento de imágenes aéreas para la predicción de cosechas, aprendizaje automático para la gestión del suelo, visión artificial para el monitoreo de plagas y sistemas de apoyo a la toma de decisiones para el riego. Se constata que, si bien Cuba cuenta con una base académica y científica sólida en IA, la aplicación práctica al sistema agropecuario enfrenta obstáculos estructurales como la escasez de infraestructura tecnológica, la baja conectividad rural y las restricciones derivadas del contexto económico. La Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial aprobada en 2024 y la inserción del Parque Científico Tecnológico de La Habana en redes internacionales constituyen señales alentadoras para el mediano plazo. El artículo concluye con un conjunto de perspectivas y recomendaciones orientadas a potenciar la adopción de la IA como herramienta de soberanía y seguridad alimentaria.

Palabras clave: inteligencia artificial; agricultura de precisión; aprendizaje automático; sector agropecuario; Cuba.

ABSTRACT

This article analyzes the current state, challenges, and perspectives of artificial intelligence (AI) techniques applied to the Cuban agricultural sector. Based on a systematic review of specialized literature published between 2021 and 2025, the main technologies in use or being implemented in Cuba were identified: aerial image processing for crop yield prediction, machine learning for soil management, computer vision for pest monitoring, and decision support systems for irrigation. Although Cuba has a solid academic and scientific base in AI, practical application to agriculture faces structural obstacles such as a shortage of technological infrastructure, low rural connectivity, and restrictions arising from the economic context. The National Artificial Intelligence Strategy approved in 2024 and the integration of the Havana Science and Technology Park into international networks are encouraging signs for the medium term.

Key words: artificial intelligence; precision agriculture; machine learning; agricultural sector; Cuba.

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario mundial atraviesa una transformación sin precedentes impulsada por la digitalización y, en particular, por las técnicas de inteligencia artificial (IA). Los sistemas de aprendizaje automático, la visión artificial, el procesamiento de imágenes satelitales y los modelos predictivos están redefiniendo la forma en que se siembra, se fertiliza, se riega y se cosecha, con impactos directos en la productividad, la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria (FAO, 2022; CEPAL/FAO/IICA, 2021).

En el caso cubano, esta transformación adquiere una dimensión estratégica singular. La isla enfrenta una crisis alimentaria estructural agravada por la reducción del poder adquisitivo, la escasez de insumos importados, el envejecimiento del parque tecnológico agrícola y los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad hídrica y la estabilidad de los rendimientos. En este contexto, la IA se presenta simultáneamente como un desafío y como una oportunidad para lograr mayores rendimientos con menos recursos.

La aprobación de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial en mayo de 2024, estructurada en seis ejes temáticos que incluyen capital humano, aplicaciones productivas, ciencia e innovación y administración pública, marcó un hito en el posicionamiento institucional de Cuba frente a esta tecnología (Díaz-Canel, 2024).

Objetivo: Revisar y sistematizar las principales técnicas de IA que se aplican o se estudian para su aplicación en el sector agropecuario cubano, identificar los obstáculos que limitan su adopción generalizada y proyectar perspectivas realistas para el mediano plazo. La investigación se basa en una revisión documental de publicaciones científicas, informes institucionales y noticias especializadas publicadas entre 2021 y 2025.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática de literatura siguiendo los lineamientos del protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Las fuentes consultadas incluyeron bases de datos científicas (SciELO, Redalyc, Google Scholar, Dialnet), publicaciones de organismos internacionales (FAO, CEPAL, Banco Mundial, UNESCO) e informes gubernamentales cubanos, todos correspondientes al período comprendido entre enero de 2021 y abril de 2025.

La búsqueda se realizó con las cadenas: ("inteligencia artificial" OR "machine learning" OR "aprendizaje automático") AND ("agricultura" OR "agropecuario" OR "ganadería") AND ("Cuba" OR "cubano"). Se incorporaron además términos relacionados como "agricultura de precisión", "visión artificial", "procesamiento de imágenes" y "drones". Fueron seleccionados 34 documentos que cumplieron los criterios de inclusión: pertinencia temática, calidad metodológica y publicación en el período definido.

El análisis de la información recopilada se estructuró en torno a tres categorías analíticas: (1) técnicas de IA identificadas, (2) obstáculos o retos para su implementación, y (3) perspectivas y recomendaciones. Se utilizó el método de análisis de contenido para categorizar y comparar la información proveniente de distintas fuentes.

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La agricultura de precisión (AP) es el paradigma tecnológico que integra sensores, sistemas de posicionamiento global (GPS/GNSS), sistemas de información geográfica (SIG) e inteligencia artificial para optimizar la gestión diferenciada de las variables que afectan la producción vegetal y animal. La IA amplía significativamente las capacidades de la AP mediante el uso de algoritmos capaces de procesar grandes volúmenes de datos heterogéneos y generar recomendaciones en tiempo real. Los principales paradigmas de IA aplicados al sistema agropecuario son el aprendizaje automático (machine learning, ML), el aprendizaje profundo (deep learning, DL) y la visión artificial (computer vision) (Escalante, 2025).

Entre las técnicas de IA con mayor aplicación documentada en el sector agropecuario a escala global destacan las siguientes: Redes neuronales convolucionales (CNN) (Escalante, 2025), Modelos de predicción de rendimiento (Academia Rural Digital, 2025), Sistemas de riego inteligente (Portal Frutícola, 2026), Drones con visión multiespectral (Inteligencia Artificial, 2024) y Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS) (Rodríguez *et al*., 2021).

La IA en el sector agropecuario cubano: estado actual

En el sector agropecuario cubano se han documentado o se encuentran en fase experimental varias aplicaciones concretas de IA: Procesamiento de imágenes aéreas para la predicción de cosechas (IPS Cuba, 2025). Gestión inteligente del suelo (Revista Cubana de Meteorología, 2025). Rutas optimizadas para distribución y aseguramiento (Granma, 2023). Detección de plagas mediante visión artificial. A estas iniciativas se suman los proyectos desarrollados desde las microempresas (Mipymes), de las cuales 271 están dedicadas a la industria de la programación y los servicios digitales (IPS Cuba, 2025).

Retos para la adopción de la IA en el sector agropecuario cubano

Infraestructura tecnológica deficiente: El principal obstáculo estructural identificado es la fragilidad de la infraestructura tecnológica. Cuba carece de acceso estable a internet en zonas rurales, de una red eléctrica confiable en las áreas agrícolas y de la capacidad computacional necesaria para entrenar modelos de IA de manera local (IPS Cuba, 2025).

Brecha de datos y calidad de la información: Los modelos de ML y DL requieren grandes volúmenes de datos de calidad para su entrenamiento y validación. En Cuba, la digitalización de los registros agropecuarios es incipiente (Escalante, 2025; Salmon, 2025). Esta escasez de datos etiquetados constituye un cuello de botella que dificulta el desarrollo de modelos adaptados a las condiciones locales.

Limitaciones económicas y de acceso a tecnologías: Las restricciones de divisas, agravadas por el bloqueo económico, limitan la adquisición de hardware especializado y de licencias de software propietario. Aunque existen alternativas de código abierto, su despliegue en entornos con conectividad limitada presenta desafíos adicionales. Esta situación refuerza la importancia de la cooperación sur-sur y de los proyectos conjuntos con países como China y los miembros del BRICS+ (IPS Cuba, 2025).

Capital humano y transferencia de conocimiento: Cuba cuenta con una masa crítica de investigadores en IA. La transferencia de conocimiento hacia los productores agropecuarios, técnicos de campo y extensionistas enfrenta barreras culturales, geográficas y formativas. La implementación de sistemas de IA requiere de agrónomos con competencias digitales y de productores dispuestos a cambiar sus prácticas tradicionales (Ministerio de la Agricultura, 2025; Escalante, 2025).

Ausencia de datos de referencia nacionales: La mayoría de los modelos de IA disponibles para la agricultura han sido entrenados con datos provenientes de regiones templadas. Cuba necesita desarrollar o adaptar datasets nacionales que reflejen los patrones climáticos particulares del Caribe, incluyendo la creciente incidencia de eventos extremos como huracanes y sequías (Salmon, 2025; Revista Cubana de Meteorología, 2025).

Perspectivas para el desarrollo de la IA en el sector agropecuario cubano

A pesar de los desafíos descritos, existen condiciones y tendencias que permiten proyectar un horizonte de avance gradual y sostenido. Las siguientes perspectivas surgen del análisis de la literatura revisada y del contexto institucional actual:

Fortalecimiento del marco normativo y estratégico: la aprobación de la Estrategia Nacional de IA en 2024 proporciona por primera vez un marco legal e institucional para la inversión pública y la regulación de estas tecnologías. Su implementación efectiva dependerá de la asignación de recursos presupuestarios específicos y del establecimiento de mecanismos de seguimiento y evaluación (Díaz-Canel, 2024).

Cooperación internacional y transferencia tecnológica: la membresía de Cuba en el BRICS+, la colaboración con China en el ámbito de la IA y los acuerdos con la UNESCO en materia de ética digital abren canales de acceso a tecnologías, datos y formación que pueden acelerar el proceso de adopción. La integración del PCT de La Habana en la AI Alliance Network es un paso concreto en esta dirección (IPS Cuba, 2025).

Enfoque en soluciones de bajo costo y código abierto: dado el contexto económico, resulta estratégico priorizar el desarrollo de soluciones basadas en software libre y hardware de bajo costo (Raspberry Pi, cámaras de bajo coste, sensores IoT reciclados). Experiencias internacionales demuestran que estos enfoques pueden ser eficaces en contextos con recursos limitados (Rodríguez *et al*., 2021; Sharma, 2022).

Digitalización de registros agropecuarios: la creación de bases de datos nacionales sobre rendimientos, condiciones del suelo, registros fitosanitarios y variables meteorológicas es una condición necesaria para el entrenamiento de modelos de IA localmente adaptados.

Articulación academia-producción: los centros universitarios cubanos con experiencia en IA deben intensificar su vinculación con las empresas agropecuarias estatales, las cooperativas y las Mipymes del sector. Los proyectos piloto en entornos productivos reales son la vía más eficaz para validar tecnologías, generar datos locales y construir las capacidades técnicas de los productores (Ministerio de la Agricultura, 2025).

Integración de la IA en los sistemas de alerta temprana meteorológica: Cuba cuenta con el Instituto de Meteorología (INSMET), cuya infraestructura de observación puede ser aprovechada para alimentar modelos predictivos de producción agrícola. La integración de datos meteorológicos, satelitales y agronómicos en plataformas de análisis basadas en ML permitiría anticipar sequías, inundaciones o brotes de plagas con mayor anticipación (Ríos, 2021).

CONCLUSIONES

La IA ofrece un potencial transformador para el sector agropecuario cubano. Las técnicas más relevantes identificadas (procesamiento de imágenes aéreas, aprendizaje automático para la gestión del suelo, visión artificial para el monitoreo de plagas y sistemas de apoyo a la toma de decisiones) tienen bases de investigación establecidas en las universidades cubanas. Sin embargo, la brecha entre el potencial tecnológico y la aplicación efectiva en el campo es aún amplia. Los retos estructurales requieren de respuestas sistémicas que articulen política pública, inversión, cooperación internacional y desarrollo de capacidades locales. La Estrategia Nacional de IA aprobada en 2024 y la inserción de Cuba en redes internacionales de innovación tecnológica son señales alentadoras que, de traducirse en proyectos concretos con financiamiento sostenido, pueden sentar las bases para una agricultura más inteligente, resiliente y soberana en el mediano plazo. Se recomienda como línea de investigación futura el desarrollo de estudios empíricos que evalúen el impacto productivo de las iniciativas de IA ya existentes en el sector agropecuario cubano, así como la elaboración de metodologías para la construcción de data sets nacionales que sirvan de base para el entrenamiento de modelos adaptados a las condiciones tropicales del Archipiélago Cubano.

BIBLIOGRAFÍA

Academia Rural Digital. 2025. La inteligencia artificial en la agricultura: drones y sensores al servicio de los agricultores. Recuperado de https://academiaruraldigital.es/ia-en-agricultura-drones-sensores/

CEPAL, FAO & IICA. 2021. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022. Recuperado de https://repositorio.iica.int/items/6aebba13-6799-4879-874f-b0c1c171b47c

Díaz-Canel Bermúdez, M. 2024. Discurso en el encuentro con especialistas en Inteligencia Artificial, enero 2024. Granma. Recuperado de https://www.granma.cu

Escalante, J. C. 2025. Inteligencia artificial en la agricultura colombiana: perspectivas de Colombia versus las globales. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 10(2), 101–108. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10586447.pdf

FAO. 2022. Digital agriculture: Supporting farmers through artificial intelligence. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Granma. 2023, 24 de octubre. Hacia una estrategia de inteligencia artificial en Cuba. Granma. Recuperado de https://www.granma.cu/doble-click/2023-10-24/hacia-una-estrategia-de-inteligencia-artificial-en-cuba

Granma. 2024, 3 de diciembre. Transformación digital en Cuba. Recuperado de https://www.granma.cu/doble-click/2024-12-03/transformacion-digital-en-cuba-tambien-con-inteligencia-artificial

IPS Cuba. 2025, Febrero. Desafíos estructurales para la inteligencia artificial en Cuba. Recuperado de https://www.ipscuba.net/espacios/73646/

Ministerio de la Agricultura de Cuba (MINAG). 2025. Prioridades estratégicas del sector agropecuario cubano 2025. La Habana: MINAG.

Portal Frutícola. 2026. Innovaciones agrícolas en el horizonte 2026. Recuperado de https://www.portalfruticola.com/noticias/2026/04/10/innovaciones-agricolas/

Revista Cubana de Meteorología. 2025. Acciones para implementar la agricultura de precisión e inteligencia artificial en el uso del suelo. Revista Cubana de Meteorología, 31(4).

Ríos Frías, R. 2021. La agricultura de precisión: una necesidad actual. Revista Ingeniería Agrícola, 11(1), 10–17.

Rodríguez, J. P., Montoya-Muñoz, A. I., Rodríguez-Pabón, C., Hoyos, J., & Corrales, J. C. 2021. IoT-Agro: A smart farming system to Colombian coffee farms. Computers and Electronics in Agriculture, 190, 106442. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106442

Salmon, Y. 2025. Agricultura de precisión: retos para su implementación en la provincia Santiago de Cuba. Revista Cubana de Meteorología, 31(1). Recuperado de https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2664-08802025000100013

Sharma, S. 2022. Implementation of artificial intelligence in agriculture. Journal of Cloud Computing and Emerging Technologies, 6(1), 1–12. https://doi.org/10.22270/jcet.v6i1

UNESCO. 2023. Cuba: reporte del estado de preparación de la inteligencia artificial. París: UNESCO. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000393248_spa

INTERJOVEN

ELABORACIÓN DE LOS PROFESIOGRAMAS PARA EL PERSONAL DE I+D+I EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY

DEVELOPMENT OF PROFESSIOGRAMS FOR R&D STAFF AT THE INDIAN HATUEY EXPERIMENTAL STATION

Sheyla Cabrera García[*1], Juana María Piñeira Lewis[1], Jesús Suárez Hernández[1] y Azucena González Verde[2]

[1]*Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.*
[2] *Universidad de Matanzas, Cuba.*
**Autor para correspondencia: sheylacabreragarcia61@gmail.com*

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental de *Indio Hatuey* y su objetivo general fue elaborar los profesiogramas a partir de la identificación las competencias pertinentes para el personal de I+D+i (Investigador Titular y el Especialista para la Ciencia la Tecnología y el Medio Ambiente). Para ello, se adecuó el procedimiento para la elaboración de profesiogramas, propuesto por Palmero Sosa (2020), el cual se implementó en ambos cargos y fue posible cumplir el objetivo propuesto y comprobar empíricamente la hipótesis general de investigación. Además, a largo de la misma se emplean métodos y técnicas como: trabajo grupal, revisión y análisis de documentos, selección de expertos, entrevistas, cuestionarios, Delphi y Kendall. La identificación y selección de las competencias de los dos cargos evaluados, y la confección de sus profesiogramas, constituye una contribución a la solución del problema científico planteado que permite apoyar, tanto la gestión por competencias como la Gestión del Capital Humano en el centro científico agropecuario objeto de estudio, lo cual constituye el principal aporte científico de la presente Tesis.
Palabras clave: gestión por competencias, competencia laboral, profesiograma.

ABSTRACT

The research was conducted at the Indio Hatuey Experimental Station, and its general objective was to develop professiograms by identifying the relevant competencies for R&D&I personnel (Senior Researcher and Specialist in Science, Technology, and the Environment). To achieve this, the procedure for creating professiograms proposed by Palmero Sosa (2020) was adapted and implemented for both positions, successfully fulfilling the proposed objective and empirically validating the general research hypothesis. Additionally, various methods and techniques were employed throughout the study, including: group work, document review and analysis, expert selection, interviews, questionnaires, Delphi method, Kendall method. The identification and selection of competencies for the two evaluated positions, along with the creation of their professiograms, contribute to solving the stated scientific problem. This supports competency-based management and Human Capital Management in the agricultural scientific center under study, representing the **main scientific contribution of this thesis.
Key words: competency-based management, job competency, professiogram.

INTRODUCCIÓN

En el pasado siglo XX ocurrieron cambios en los procesos productivos que transformaron el contenido y el concepto del trabajo, la calidad y el papel del factor humano, que trascienden hasta el presente (Juhász *et al.,* 2023) y su segunda mitad fue testigo de la industrialización de la ciencia y la conversión de ésta en una actividad industrial (WIPO, 2024). Es importante entender que la Gestión de Recursos Humanos ya no es sólo una función administrativa tradicional, sino también una clave estratégica para enfrentar el cambio (Mei Rani, 2024). Las transformaciones del mundo económico actual han influenciado la forma en la que se administran los negocios y con ello la gestión del talento humano. Actualmente se requiere personal no solo comprometido, sino competente que acompañe a la empresa en el logro de sus objetivos (Chávez Rodríguez *et al.,* 2023). Las competencias laborales han tomado mayor relevancia en las últimas décadas donde las organizaciones modernas bajo el paradigma de la economía del conocimiento han incrementado la demanda de personal con habilidades que les garanticen niveles significativos de diferenciación y competitividad (Guerrero Herrera, 2023).

La mayoría de las actividades desarrolladas en el área de recursos humanos se basan, de un modo u otro, en la información que proporcionan los profesiogramas, de ahí que éstos pueden ser considerados como una de las herramientas básicas para el establecimiento de toda política de recursos humanos (Perdomo Blanco, 2021). Los profesiogramas marcan una pauta metodológica fundamental, a la vez de ser un elemento de conexión técnico-organizativa en la Gestión de Recursos Humanos. La gestión de los recursos humanos por competencias se ha convertido en una herramienta que permite alinear las estrategias empresariales de desarrollo de sus Recursos Humanos con los esfuerzos por estandarizar y profesionalizar sus procesos internos en base a normas nacionales e internacionales (especialmente las normas ISO) y por rentabilizar la inversión en formación y capacitación de los trabajadores, logrando impactos mayores sobre la productividad laboral. Incorpora al Recurso Humano como un elemento estratégico en las empresas privadas y en las instituciones públicas (Fernández Rubio, 2024).

Los desafíos para Cuba en el ámbito de la gestión del Capital Humano están asociados al fortalecimiento de la organización del trabajo en las entidades laborales y en particular en las empresas, tendiendo a comprender equipos de trabajo en torno a proyectos como base técnica esencial de la Gestión del Capital Humano. A partir de los cambios establecidos en el sistema empresarial como parte del proceso de actualización del modelo económico cubano, en el 2021 se dicta el Decreto ley 34/2021, que establece la elaboración cuando corresponda de los profesiogramas a partir de las competencias de los puestos de trabajo; por tanto, el sector empresarial tiene la necesidad de elaborar los profesiogramas de los puestos de trabajo (Asamblea Nacional del Poder Popular, 2014).

Objetivo: Elaborar los profesiogramas a partir de la identificación las competencias pertinentes para el personal de I+D+i en la EEIH (Investigador Titular y el Especialista para la Ciencia la Tecnología y el Medio Ambiente).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La investigación fue desarrollada en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPF-IH), centro de investigación perteneciente a la Universidad de Matanzas, ubicado en los 20° 50` de latitud Norte y 79° 32` de longitud Oeste, a una altitud de 19 msnm, en el Central España, municipio Perico, provincia Matanzas, Cuba.

Procedimiento experimental: Para la elaboración de los profesiogramas se utilizó la metodología de Palmero Sosa (2020), con algunas adecuaciones (en la determinación de las fuentes de información de la investigación y en las características del método de elección de expertos), pues esta se adapta mejor a la situación problemática abordada en la investigación, debido a que cambia el nombre de perfiles de cargo por competencia por los profesiogramas. Dicha metodología permite elaborarlos, junto con las matrices de competencias y los diferentes niveles de comportamientos, habilidades y conocimientos que deben poseer los trabajadores. Además, este procedimiento demuestra poseer gran utilidad en el orden práctico pues tiene resultados satisfactorios en diversos trabajos.

En la figura 1 se representa el procedimiento metodológico que se aplica, a partir de etapas, fases, pasos y sub-pasos que complementan el mismo.

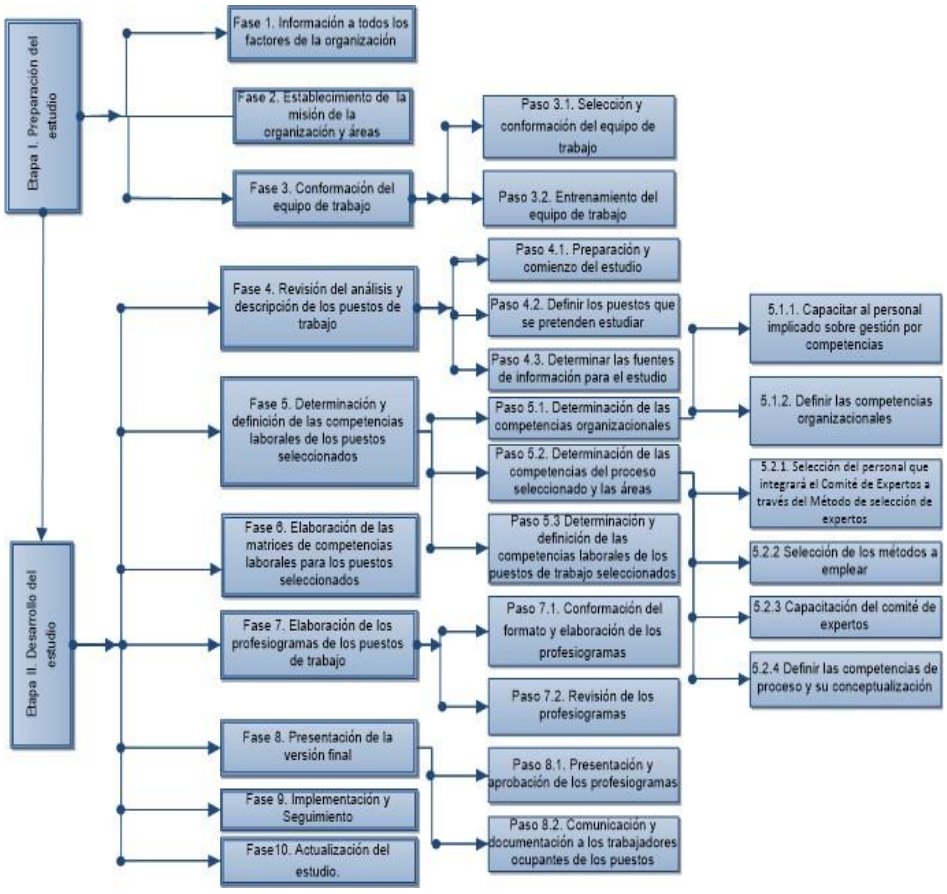


Figura 1. Procedimiento para la elaboración de profesiogramas en la EEIH.

Fuente: Palmero Sosa (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del procedimiento seleccionado permitió la identificación y selección de 16 competencias (organizacionales, del proceso de Ciencia-Tecnología e Innovación, y las específicas del puesto) en los cargos de Investigador Titular y el Especialista para la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente, en la EEPF-IH.

Organizacionales

- ✓ Orientación al cliente.
- ✓ Liderazgo.
- ✓ Adaptabilidad al cambio.
- ✓ Visión estratégica de futuro.
- ✓ Compromiso organizacional.
- ✓ Comunicación.
- ✓ Referentes al proceso
- ✓ Formulación y gestión de proyectos.
- ✓ Trabajo en equipo.
- ✓ Innovación.

Específicas

1. Investigadores

- ✓ Habilidades y capacidades técnicas, intelectuales e investigativas.
- ✓ Conocimiento y aplicación de la metodología de la investigación.
- ✓ Habilidades para la obtención, procesamiento y análisis de la información.
- ✓ Conocimiento de conceptos, técnicas, herramientas e interdisciplinariedad.
- ✓ Iniciativa, creatividad y capacidad de solución de problemas.
- ✓ Relaciones Interpersonales, cooperación y trabajo en equipo, con actores internos y externos.
- ✓ Desarrollo personal y profesional, incluida la auto preparación o capacidad de aprendizaje continuo.

2. Especialistas

- ✓ Habilidades y capacidades técnicas, intelectuales e investigativas.
- ✓ Habilidades para la obtención, procesamiento y análisis de la información.
- ✓ Conocimiento y aplicación de la metodología de la investigación.
- ✓ Desarrollo personal y profesional, incluida la auto preparación o capacidad de aprendizaje continuo.
- ✓ Planeación y organización del trabajo, así como administración de recursos.
- ✓ Compromiso organizacional, responsabilidad y seguridad en su trabajo.
- ✓ Iniciativa, creatividad y capacidad de solución de problemas.

La selección de dichas competencias posibilitó la elaboración de los profesiogramas para ambos cargos, claves en los procesos de I+D+i en esta institución científica.

CONCLUSIONES

La identificación y selección de las competencias de los dos cargos evaluados, así como la confección de sus profesiogramas, constituye una contribución al objetivo planteado que permite apoyar, tanto la gestión por competencias como la Gestión del capital Humano en el centro científico agropecuario objeto de estudio, lo cual constituye el principal aporte científico de la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Asamblea Nacional del Poder Popular. 2014. Ley 116/2014. Código del trabajo de la República de Cuba. Gaceta Oficial de la República de Cuba, Ministerio de Justicia, (29 Extraordinaria de 17 de junio de 2014), 8.

Chávez Rodríguez, M. E., Drake Escobar, E. L., & González Sánchez, E. 2023. Elaboración de los profesiogramas en la Empresa Contratista General de Obras de Varadero, ARCOS. In: Universidad de Matanzas.

Fernández Rubio, K. L. 2024. Elaboración de los profesiogramas de los puestos de trabajo del área de Calidad en la Empresa Filial Suchel Jovel, Jovellanos [Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial, Universidad de Matanzas]. Matanzas, Cuba.

Guerrero Herrera, L. A., Terrones Cordero, A., & Sánchez Torres, Y. 2023. Mercado Mundial de Competencias Laborales: una aproximación desde la Teoría de Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales, 34(2), 254-265. https://revistes.uab.es/redes

Juhász, R., Lane, N. J., & Rodrik, D. 2023. The new economics of industrial policy. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3153. NBER, Cambridge, Mass, USA. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 3153. NBER, Cambridge, Mass, USA. http://www.nber.org/papers/w31538

Mei Rani, A. 2024. The Impact of Digital Era 4.0 Transformation on Human Resources Management. Management Studies and Business Journal, 1. https://doi.org/10.62207

Palmero Sosa, Y. 2020. Elaboración de profesiogramas en el taller de Gigantografía de la Empresa Estatal Socialista (EES) GEOCUBA, Matanzas [Tesis de grado en Ingeniería Industrial, Universidad de Matanzas]. Matanzas, Cuba.

Perdomo Blanco, A. 2021. Propuesta de un procedimiento para la elaboración de los profesiogramas en la Empresa de Construcción y Montaje de Matanzas. [Trabajo de Diploma, Universidad de Matanzas]. Matanzas, Cuba.

WIPO. 2024. World Intellectual Property Report: Making Innovation Policy Work for Development. World Intellectual Property Organization, Geneva, 142. https://doi.org/10.34667/tind.49284

MODELO ESTRATÉGICO INTEGRAL EN EL ÁREA DE SALUD OCUPACIONAL CON ÉNFASIS EN LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.

COMPREHENSIVE STRATEGIC MODEL IN OCCUPATIONAL HEALTH WITH AN EMPHASIS ON KNOWLEDGE MANAGEMENT.

Nathalí Hernández Batista

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.

Autor para correspondencia: nathalihernandezbatista@gmail.com

RESUMEN

Las organizaciones necesitan programas de salud ocupacional que garanticen la seguridad de sus trabajadores y la protección de sus recursos. El control de riesgos constituye una problemática estratégica desde la gestión del conocimiento. La investigación se realizó en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey con el propósito de desarrollar un procedimiento para la gestión del conocimiento estratégico en el área de salud ocupacional. Se aplicó un diagnóstico de la gestión del conocimiento en la gerencia del talento humano, observando la composición y características del programa de salud ocupacional. El procedimiento implementado permitió organizar y ejecutar actividades de prevención y control de riesgos laborales, fortaleciendo la seguridad, el bienestar y la eficiencia institucional. Los resultados evidencian que la gestión del conocimiento contribuye a optimizar la administración de riesgos, potenciar la innovación, generar aportes significativos y fomentar el desarrollo local sostenible a través de la actividad científica y los modelos agroecológicos de la institución. Se concluye que la integración de la gestión del conocimiento a la salud ocupacional constituye un modelo estratégico integral que favorece el desempeño organizacional, la seguridad laboral y la calidad de vida de los trabajadores.

Palabras claves: modelo estratégico integral, salud ocupacional, gestión del conocimiento, gestión del conocimiento estratégico, talento humano, control de riesgos

ABSTRACT

Organizations need occupational health programs that ensure worker safety and the protection of resources. Risk control is a strategic issue from a knowledge management perspective. This research was carried out at the Indio Hatuey Pasture and Forage Experimental Station with the purpose of developing a procedure for strategic knowledge management in the area of occupational health. A diagnosis of knowledge management in human resource management was applied, observing the composition and characteristics of the occupational health program. The implemented procedure made it possible to organize and execute activities for the prevention and control of occupational risks, strengthening safety, well-being, and institutional efficiency.

The results show that knowledge management contributes to optimizing risk management, fostering innovation, generating significant contributions, and promoting sustainable local development through scientific activity and agroecological models of the institution. It is concluded that integrating knowledge management into occupational health constitutes a comprehensive strategic model that enhances organizational performance, occupational safety, and workers' quality of life.

Keywords: comprehensive strategic model, occupational health, knowledge management, strategic knowledge management, human talent, risk control.

INTRODUCCIÓN

Para todas las organizaciones es de gran importancia tener un programa de Salud Ocupacional completo, con lo requerido por la normatividad, y complementado con plus y puntos que generen mayor valor. Sin embargo, una de las principales preocupaciones a nivel del Talento Humano de las empresas es el control de riesgos que atentan contra la salud de sus trabajadores y contra los recursos materiales y financieros. “La Seguridad y Salud en el Trabajo es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores” (Fernández, 2012). Para cumplir ciertas obligaciones, las instituciones estatales se rigen por una serie de resoluciones y normas internacionales adoptadas por Cuba referentes a los Sistemas de Gestión, como la ISO 9000 del 2015 y la ISO 14001 del 2015. En marzo de 2018 se introdujo la NC-ISO 45001:2018. Que establece los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, con el objetivo de prevenir incidentes, accidentes, lesiones y enfermedades laborales, así como mejorar el desempeño en este ámbito. La ISO 45001:2018 está siendo implementada por organizaciones en todo el mundo y partir de la ocurrencia de la pandemia de COVID-19 se ha subrayado la importancia de contar con sistemas sólidos de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo, lo que ha incrementado su interés (Acosta *et al.*, 2024).

El conocimiento estratégico del Programa de Salud Organizacional representa un elemento primario en el logro del máximo desempeño. En la actualidad, la sociedad se encuentra subsumida en un entorno en el que el conocimiento forma parte de una moneda de cambio de alto valor, siendo una brújula que guía tanto a individuos como a organizaciones en el desarrollo de mejores prácticas empresariales. Así pues, se debe de comprender a la gestión del conocimiento como un medio para el pensamiento colectivo que se origina por las experiencias de sus individuos. Su valor radica en transformar esa información en conocimiento útil, veraz, adaptable y dinámico, siendo un resultado de las interacciones y reinterpretaciones continuas de los individuos (López, 2024). En este contexto, la gestión del conocimiento adquiere un papel estratégico, al permitir aprovechar la experiencia y la información generada dentro de las organizaciones para mejorar prácticas, fortalecer la innovación y adaptarse a los cambios. En Cuba, su impulso está vinculado al Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030, aunque su aplicación aún no se extiende de manera uniforme a todos los sectores (Vitale *et al.*, 2020)

Este enfoque busca fortalecer la prevención de riesgos laborales, mejorar la cultura organizacional y ofrecer una herramienta aplicable a distintas instituciones. Su relevancia radica

en integrar dos áreas tradicionalmente tratadas por separado, aportando beneficios académicos, sociales y económicos, al contribuir a la calidad de vida de los trabajadores y a una gestión más sostenible y segura.

Objetivo: Diseñar un modelo estratégico integral que articule la salud ocupacional con prácticas eficaces de gestión del conocimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrollará en el contexto de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, centrándose en las prácticas actuales, necesidades y capacidades del personal relacionado con la salud y seguridad en el trabajo. No se busca implementar el modelo en esta fase, sino diseñarlo y validarlo conceptualmente a través de juicio de expertos. El enfoque de la investigación es cualitativo, lo que permite una comprensión profunda de los factores humanos, organizacionales y técnicos que influyen en la integración entre salud ocupacional y gestión del conocimiento. En términos temporales, la investigación se realizará en un periodo de 2 meses, dividido en etapas que incluyen diagnóstico, diseño del modelo, validación y formulación de recomendaciones. Este estudio no busca generalizar resultados a todas las organizaciones, pero sí ofrecer una propuesta adaptable que pueda servir como referente para instituciones con condiciones similares.

En base a la línea de investigación utilizada y en los siguientes objetivos específicos diagnosticar el estado actual de la salud ocupacional y los procesos de gestión del conocimiento en la organización objeto de estudio, diseñar un modelo estratégico integral que combine principios de salud ocupacional y gestión del conocimiento, alineado a las necesidades institucionales, validar el modelo propuesto mediante juicio de expertos en salud laboral, gestión organizacional y gestión del conocimiento. Podemos decir que, la presente investigación tiene un alcance descriptivo y propositivo, ya que se enfoca en analizar el estado actual de la salud ocupacional y la gestión del conocimiento dentro de la organización, para luego proponer un modelo estratégico integral que contribuya a mejorar la prevención de riesgos laborales y fortalecer la cultura de seguridad.

La población de la Estación Experimental Indio Hatuey se considera finita ya que sus empleados están representados en grupos de personas según sus funciones operativas o administrativas, que comparten atributos comunes, pero que a la vez constituyen una cantidad limitada de miembros, permitiendo su fácil identificación y cuantificación. Como población se tomaron el total actual de empleados hombres y mujeres. Fueron elegidos el total de los empleados ya que esta es la población a la cual se aplica y va dirigido el Programa de Salud Ocupacional.

Dado que no se busca realizar inferencias estadísticas sino construir un modelo estratégico basado en información significativa y contextualizada, se utilizará un muestreo no probabilístico por criterio (intencional). Se seleccionarán participantes que cumplan con características específicas, como: Experiencia en salud ocupacional o gestión de riesgos laborales, Participación en procesos de capacitación, prevención o manejo de incidentes. Conocimiento sobre políticas internas o sistemas de información relacionados con seguridad laboral.

Se estima una muestra de aproximadamente 15 a 25 personas, distribuidas entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización, lo cual permitirá obtener una visión integral y representativa del entorno en estudio.

Técnicas cualitativas

- ✓ **Entrevistas semiestructuradas:** Dirigidas a personal clave como responsables del área de salud ocupacional, directivos, y especialistas en gestión del conocimiento. Estas entrevistas permitirán explorar percepciones, prácticas actuales, barreras y oportunidades en la articulación entre salud ocupacional y gestión del conocimiento.
- ✓ **Análisis documental:** Se examinarán políticas institucionales, normativas internas, informes de seguridad y salud, registros de accidentes laborales, protocolos de prevención y documentos relacionados con procesos de capacitación o gestión del conocimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de resultados se orienta a comprender la relación entre la salud ocupacional y la gestión del conocimiento en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. La investigación permitió examinar la situación actual de ambas áreas dentro de la organización, identificar elementos estratégicos para el diseño de un modelo integral y establecer bases para su futura validación. El enfoque cualitativo aplicado facilitó una visión amplia del contexto institucional, mostrando cómo la integración entre salud laboral y conocimiento puede fortalecer la eficiencia y sostenibilidad organizacional.

En cuanto a la salud ocupacional, se evidenció que la institución ha alcanzado avances significativos mediante la implementación de políticas básicas de seguridad y salud en el trabajo. Entre las acciones desarrolladas se encuentran evaluaciones de riesgos laborales, capacitaciones preventivas y medidas para trabajadores expuestos a condiciones especiales. No obstante, persisten insuficiencias relacionadas con el seguimiento médico sistemático y la necesidad de actualizar el programa de salud ocupacional, incorporando enfoques más preventivos, personalizados y adaptados a las exigencias actuales.

Respecto a la gestión del conocimiento, se comprobó que la organización dispone de un capital humano calificado y con amplia experiencia, especialmente en el ámbito agropecuario. Sin embargo, no existen mecanismos suficientemente estructurados para captar, almacenar y transferir conocimientos relacionados con la prevención de riesgos laborales. La información depende en gran medida de la experiencia individual y de la comunicación informal, lo que limita el aprendizaje organizacional, la preservación de buenas prácticas y la continuidad del conocimiento institucional.

El análisis realizado evidenció que para diseñar un modelo integral efectivo que articule salud ocupacional y gestión del conocimiento en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, deben considerarse los siguientes elementos estratégicos:

1. **Liderazgo comprometido y participativo:** Se identificó que la participación activa de la alta dirección es esencial para alinear la salud ocupacional y la gestión del conocimiento con los objetivos institucionales. El liderazgo debe promover una cultura de prevención y aprendizaje continuo.

2. **Diagnóstico situacional continuo:** La necesidad de establecer mecanismos permanentes de evaluación de riesgos laborales y análisis de brechas en el conocimiento institucional es clave para la mejora continua.
3. **Integración de sistemas de información:** La implementación de plataformas digitales que articulen información sobre salud ocupacional (accidentes, enfermedades, condiciones de trabajo) con sistemas de documentación técnica y científica favorecerá la toma de decisiones basada en evidencia.
4. **Capacitación como puente estratégico:** La formación del personal debe ser continua, dirigida no solo a la prevención de riesgos laborales, sino también al desarrollo de capacidades en gestión del conocimiento, investigación y transferencia tecnológica.
5. **Gestión del conocimiento intergeneracional:** Se detectó la urgencia de establecer mecanismos formales para capturar el conocimiento tácito de expertos en proceso de retiro, mediante entrevistas estructuradas, mentorías y bancos de buenas prácticas.
6. **Cultura organizacional colaborativa:** Fomentar un entorno de trabajo donde se valore el aprendizaje compartido, la salud del trabajador y la innovación institucional permitirá una mayor sostenibilidad del modelo.
7. **Evaluación de impacto y mejora continua:** Se identificó como estratégico establecer indicadores integrados (salud – conocimiento) que permitan medir el impacto del modelo y ajustar las acciones según los resultados obtenidos.

En relación con la validación del modelo, esta primera etapa investigativa solo permitió sentar las bases para su diseño. Se prevé que en una segunda etapa se realice un proceso de validación mediante un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos. Para ello se propone la consulta a expertos, talleres participativos y la aplicación de un pilotaje parcial en áreas seleccionadas de la institución. Se espera que este proceso permita comprobar la coherencia del modelo, su pertinencia al contexto cubano y su capacidad de mejorar tanto el bienestar laboral como la transferencia efectiva del conocimiento.

CONCLUSIONES

En sentido general, los resultados evidencian la necesidad de una transformación organizacional que supere prácticas fragmentadas y promueva la integración de políticas, recursos humanos y saberes institucionales. La salud ocupacional y la gestión del conocimiento deben asumirse como pilares del desarrollo organizacional. Como recomendaciones para la siguiente etapa se plantea fortalecer la capacitación institucional, consolidar el compromiso de la dirección, implementar una estructura piloto y diseñar herramientas de monitoreo y evaluación que garanticen la sostenibilidad del modelo propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Pérez, I., Marrero Delgado, F., Bande González, L., & Bande González, L. 2024. Riesgos en Seguridad y Salud en el Trabajo. Almacén Central, UEB Logística Centro de. *Revista Cubana de Salud y Trabajo, 25*(3). Recuperado el 02 de Abril de 2025

Alvarado Guerra, D. B. 2021. La importancia de la ISO 45001, una oportunidad de implementación en las empresas molineras. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Escuela de Contabilidad. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.12423/3804

Cadalzo, Y. 2017. Tecnología para la gestión estratégica del capital humano en empresas de alta tecnología del sector biotecnológico farmacéutico. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. CUJAE, La Habana.

Cárdenas Monné, L., & Baños Martínez, M. A. 2025. Sistema de Gestión Integrada en Calidad, Medioambiente, Seguridad y Salud, Energía e Investigación+Desarrollo+Innovación. Ingienería Industrial, 45(1), 76-89. Recuperado el 02 de 04 de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362024000100076&lng=es&tlng=es.

Fernández, J. 2012. Programa de salud ocupacional.

González Betancourt, E., García Baró, Y., & Jiménez Sánchez, L. 2023. Prevención de enfermedades profesionales y superación profesional, valoraciones desde los estudios sobre Ciencia, tecnología y sociedad. Revista Humanidades Médicas, 23(1). Obtenido de https://humanidadesmedicas.sld.cu/index.php/hm/article/view/2411/1542

López Lara, C. A. 2024. Implementación estratégica de la inteligencia comercial para fortalecer la gestión del. Informe Investigativo, Zapopan, Jalisco. Obtenido de https://orcid.org/0000-0002-1606-9657

Oficina Nacional de Normalización. 2018. NC ISO 45001. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Vitale Alfonso, A., Fernández Vidal, E., & Cabrera Soto, M. 2020. Importancia de la gestión del conocimiento para la creación de valor en las empresas.

INTERJOVEN

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CLAVE DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN CENTROS CIENTÍFICOS: APLICACIÓN EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL INDIO HATUEY

TECHNOLOGICAL SURVEILLANCE KEY AREAS IN SCIENTIFIC CENTERS: INDIO HATUEY RESEARCH STATION APPLICATION

Oniel Suárez Zamor*, Jesús Suárez Hernández

Estación Experimental Indio Hatuey (EEIH), Cuba.
**Autor para correspondencia:* osuarez940929@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo es brindar la experiencia de identificación de las Áreas Clave de Vigilancia en la Estación Experimental Indio Hatuey. Para ello, se implementa el Paso 5 del Procedimiento específico para desarrollar la fase Planifica, del procedimiento general de aplicación para la Vigilancia, como parte de la Gestión Estratégica de la Información y el Conocimiento en centros científicos, con apoyo de expertos y de un análisis de grupos estratégicos. Se identifican 13 Áreas Clave de Vigilancia disruptivas o emergentes y 12 áreas "tradicionales" de interés para el centro científico, así como tres instituciones de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) de otros países que se consideran de referencia (INRAE, EMBRAPA y CAAS). Se concluye que la identificación de estas areas y de las instituciones referentes es decisiva para la actualización de la Estrategia de I+D+i de la Estación, así como su implementación en los próximos cinco años.

Palabras clave: Vigilancia tecnológica, Gestión de I+D+i, Áreas Clave de Vigilancia.

ABSTRACT

The objective of this paper is to share the experience of identifying Surveillance Key Areas at the Indio Hatuey Experimental Station. To this end, Step 5 of the specific procedure for developing the Planning phase of the general application procedure for technological surveillance, it is implemented as part of the Strategic Information and Knowledge Management at scientific centers, with the support of experts and an analysis of strategic groups. Thirteen disruptive or emerging Surveillance Key Areas and 12 "traditional" areas of interest to the scientific center are identified, as well as three Research, Development and Innovation (R+D+i) institutions from other countries that are considered benchmarks, as INRAE, EMBRAPA and CAAS. It is concluded that the identification of this areas and benchmark institutions is crucial for updating the Station's R+D+i Strategy and for its implementation over the next five years.

Key words: technological surveillance, R+D+i management, survillance key areas

INTRODUCCIÓN

La información y el conocimiento se reconocen como uno de los activos más valiosos de las organizaciones, y es medular transformar los datos en información y está en conocimiento, agregando valor (Özdemir, 2022). Por ello, la capacidad de crear conocimiento y su uso adecuado presupone disponer de un recurso estratégico en el desarrollo de ventajas competitivas sostenibles en las organizaciones. En este sentido, las empresas, universidades, centros de investigación, gobiernos y otras organizaciones han desarrollado estrategias, sistemas, estructuras y tecnologías de vigilancia e inteligencia tecnológica; ejemplos de recientes experiencias se han realizado, tanto en otros países (Gudiño, 2023; Ba *et al.*, 2024), como en Cuba (Infante *et al*., 2022).

La Vigilancia Tecnológica (VT) es parte integrante de la gestión de la tecnología e innovación -GTI- (Morin, 1985). Un elemento decisivo en el proceso de concepción de un Sistema de VT (SVT) es la definición de las Áreas Clave o Críticas de Vigilancia (ACV), las cuales, según la Asociación Española de Normalización y Certificación, son "las cuestiones externas a la organización cuya evolución es crucial para su competitividad: tecnologías emergentes, competidores actuales y potenciales, desarrollo de los mercados y del entorno" (AENOR, 2011).

Por ello, el objetivo del artículo es brindar las experiencias de identificación de estas ACV en un centro científico agropecuario en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco de la investigación realizada por el primer autor para su Tesis Doctoral se concibió un modelo conceptual y su procedimiento general de aplicación para la VT (Suárez, 2026), como parte de la Gestión Estratégica de la Información y el Conocimiento (GEIC), en centros científicos agropecuarios. El instrumental integra las seis fases de VT apropiadas para la GEIC en centros científicos agropecuarios, que son: Planificar, para concebir el SVT; Capturar datos, información y conocimiento; Analizar, para procesar datos y convertirlos en información y conocimiento para apoyar las decisiones; Diseminar la información a los usuarios; Utilizar los productos y servicios que ofrece el SVT; y Evaluar el desempeño del sistema para su mejora.

Esta integración de fases de VT, funciones de la GTI y procesos de Gestión del Conocimiento (GC) diferencian a este modelo y su procedimiento de las conceptualizaciones y herramientas estudiadas en esta investigación, lo cual le aporta novedad.

En la concepción del Procedimiento específico para desarrollar la fase Planificar, su Paso 5 se incluye la selección de las ACV -algunos autores las nombran factores críticos de vigilancia (Sepúlveda *et al.*, 2018). Para la identificación de dichas áreas, o sea, las que desea estar informado asiduamente, se deben responder cuatro preguntas básicas formuladas por Palop y Vicente (1994): 1) ¿Cuál es el objetivo específico de la vigilancia?; 2) ¿Qué información hay que buscar?; 3) ¿Dónde localizarla?; y 4) ¿Qué medios se destinarán?

Estas ACV se relacionan con las fuentes de información más pertinentes para cada una. La selección de dichas áreas es realizada en consulta con investigadores con experiencias en los temas abordados, considerando los criterios de expertos en ciencias de la información, GC, VT o afines que existan en el centro, así como los temas de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) que

son competitivas y críticas para el éxito a largo plazo del centro científico, o sea, los factores críticos de éxito (FCE) (Infante *et al*., 2022).

En este sentido, para identificar las AC, se consideran varias fuentes: las líneas de investigación del centro; los proyectos de I+D+i que se ejecutan actualmente; y los resultados de entrevistas a directivos e investigadores de experiencia. Algunas de las preguntas clave que deben hacerse, al respecto, son las siguientes: ¿Quiénes son los líderes –nacionales/ internacionales- en las áreas de I+D+i que aborda el centro?; ¿Cuáles son las principales líneas de investigación de estos líderes?; ¿Qué tecnologías emergentes o disruptivas están apareciendo?; y ¿Qué hacen los competidores de estos líderes y los identificados como nuestros?

Las áreas de CTeI disruptivas, principalmente tecnologías e innovaciones. son las que implican un conjunto diferente de atributos de desempeño a los que brindan las tecnologías imperantes en un momento dado, y comienzan a introducirse en un pequeño nicho de mercado, pero van aumentando el mismo y llegan a redefinir y cambiar al mercado y a sectores (Kivimaa *et al.*, 2021); mientras que las emergentes están asociadas a tecnologías con una novedad radical, un relativo rápido crecimiento y con el potencial esperado de un gran impacto socio-económico, pero que están en una fase de emergencia que es aún incierta y ambigua (Rotolo *et al*., 2015).

En la consulta a expertos del centro se puede identificar las necesidades de información y los destinatarios de la misma, aunque de ser necesaria la diseminación de información a actores externos, también hay que consultar a los mismos sobre sus requerimientos.

Una vez identificadas las ACV, es preciso focalizar la VT hacia las mismas, por razones de costo, tiempo y objetivos estratégicos, para realizar un seguimiento organizado y una explotación regular de su evolución; pero soportada sobre una organización interna descentralizada, basada en la creación de una estructura en red que garantice la captación, difusión y uso participativo de la información, así como poder reorientar la función y realizar un constante seguimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la selección de las ACV en la Estación Experimental Indio Hatuey (EEIH), un centro científico agropecuario adscripto a la Universidad de Matanzas, Cuba, se consultaron tres expertos en ciencias de la información, VT o afines, existentes, así como se considera el criterio de 10 directivos e investigadores con gran experiencia en los procesos de I+D+i del centro y los FCE medulares para el desempeño actual de la EEIH y para su competitividad a largo plazo.

También en la selección de las ACV se respondieron las preguntas antes plasmadas. Al respecto, se identifican cinco centros científicos internacionales, así como nueve organizaciones y dos centros de investigación de nueve países (EE.UU.; Reino Unido, Francia, Brasil, México, Colombia, Australia, China y India), que se consideran referentes en temáticas de I+D+i que ejecuta la EEIH o que son áreas emergentes o disruptivas (tabla 1).

Tabla 1. Instituciones consideradas referentes en temáticas de I+D+i que aborda la EEIH.

Organizaciones de I+D+i, con una red de centros	Centros científicos
Servicio de Investigación Agrícola – Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (ARS-USDA)	Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia
Departamento de Energía (DOE) de los Estados Unidos	Instituto Internacional de Investigaciones Pecuarias (ILRI), Kenia
Instituto Nacional de Investigaciones para la Agricultura, la Alimentación y el Medio Ambiente (INRAE), Francia	Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú
Consejo de Investigación en Biotecnología y Ciencias Biológicas, CIBCB, Reino Unido	Centro Mundial Agroforestal (ICRAF), Kenia
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica
Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias (EMBRAPA)	Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Fundación CIPAV), Colombia
Organización de Investigación Científica e Industrial de la Mancomunidad Británica (CSIRO), Australia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuarias (CORPOICA), Colombia
Consejo Indio para la Investigación Agropecuaria (ICAR)	
Academia China de Ciencias Agrícolas (CAAS)	

Al analizar, a partir de la información existente en sus Web institucionales, las actuales prioridades de investigación de estas 16 instituciones -relacionadas con las líneas científicas actuales y perspectivas de la EEIH-, además de las denominadas "clásicas" (asociadas a la investigación agropecuaria ejecutada en las últimas décadas) y en consulta con nueve expertos de la EEIH se identificaron 13 ACV disruptivas o emergentes y 12 ACV "tradicionales", con sus fuentes de información generales (tabla 2).

Asimismo, para determinar la posición competitiva de la EEIH en la I+D+i, es apropiado un Análisis de grupos estratégicos, para identificar instituciones con características análogas, que siguen estrategias con cierta similitud o se desempeñan/ compiten sobre bases similares e identificar aliados; el análisis muestra la estructura competitiva y oportunidades de su desarrollo. Una definición apropiada de grupo estratégico es la de Tallman & Atchison (1996), que los consideran como un "conjunto de empresas dentro de un sector que poseen una configuración estratégica similar: sus productos ocupan posiciones parecidas en el mercado, su organización interna es semejante y persiguen las mismas rentas económicas con similares recursos".

Tabla 2. Áreas Clave de Vigilancia para la EEIH y sus principales fuentes de información.

Áreas Clave de Vigilancia disruptivas o emergentes	Áreas Clave de Vigilancia "tradicionales"
Cambio climático	Pastos y forrajes
Agroenergía/ Bioenergía	Agroforestería pecuaria
Bioeconomía/ Economía Verde (incluye el reciclaje de residuos)	Producción de semillas, con énfasis en la informal
Seguridad alimentaria y nutrición	Producción animal sostenible, resiliente y de bajas emisiones
Agrobiodiversidad	Alimentos animales no convencionales
Manejo sostenible de tierras y suelos	Sanidad vegetal
Estudios sociales y económicos	Salud animal
Gestión de la información, la tecnología y la innovación	Integración agricultura – ganadería - arbóreas
Agricultura 4.0 y de precisión	Bioproductos
Servicios ambientales (o ecosistémicos)	Agricultura familiar y urbana
Biotecnologías	Desarrollo rural local sostenible
Agroecología	Turismo sostenible, con énfasis en el agroturismo
Biorremediación	

Teniendo como referencia a las características para definir grupos estratégicos en la industria (McGree y Thomas, 1986), se proponen las pertinentes para el sector de la CTeI: prestigio internacional; capacidad en I+D+i; liderazgo; equipo humano e infraestructura de I+D+i; diversidad de productos/ servicios; calidad, imagen y/o prestaciones de sus productos/ servicios; cobertura geográfica; segmentos de mercado en los que actúa (ganadería, agricultura, forestal, grandes, medianos o pequeños productores, agronegocio o campesinos, *etc*.); canales de transferencia que utiliza; disponibilidad de financiamiento; esfuerzo en *marketing*; grado de integración vertical con actores de la cadena de valor; patentes y marcas; capacidad de cambio; y las características de sus aliados estratégicos o socios de interés, que sirvan como referentes.

Estas características validadas por siete expertos se organizan, como variables, en dos conjuntos: Características internas de la institución y Características de relación con su entorno. En cada conjunto, cada característica fue valorada por investigadores con conocimientos de la I+D+i de la EEIH, *expertise* en VT y dominio de la CTeI a escala global en las instituciones de la Tabla 1, con una escala de Alto (4 – 5), Medio (2,6 – 3,9) y Bajo (1 – 2,5). Los valores promedios de ambos conjuntos en cada institución permiten conformar mapas de grupos estratégicos.

En este sentido, la información es un insumo clave para un proceso de establecimiento de estas alianzas, con énfasis en las organizaciones y centros científicos que son referentes internacionales en las temáticas de interés de la EEIH, asociadas a sus líneas de I+D+I, tanto actuales como las que se visualizan incorporar o fortalecer, relativas a las ACV disruptivas y/o emergentes.

A partir de este análisis y de obtenerse mayor información de sus Web se identifican tres instituciones referentes: el INRAE, la EMBRAPA y la CAAS, a las cuales se les realiza una evaluación de vigilancia que generaron respectivos informes.

CONCLUSIONES

Se identifican 13 ACV disruptivas o emergente y 12 ACV "tradicionales" de interés para la EEIH, así como cinco centros científicos internacionales, nueve organizaciones y dos centros de investigación de nueve países, que se consideran referentes en temáticas de I+D+i que ejecuta la EEIH o que abordan áreas emergentes o disruptivas, y mediante un análisis de grupos estratégicos y la selección de características pertinentes para el sector de la CTeI, se seleccionaron tres como las de referencia y estratégicas para fomentar alianzas con la EEIH.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. 2011. *Gestión de la I+D+i: Sistema de Vigilancia Tecnológica. Norma UNE 166.006:2011*. Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid. https://www.une.org/encuentra-tu-norma/ busca-tu-norma/norma?c=N0046930

Ávila, F. M.; Bernal, I. V. & Monroy, D. A. 2023. Transformación digital empresarial: Revisión de producciones investigativas 2017–2021. Revista Venezolana de Gerencia: RVG, 28(101), 282-296. https://doi.org/10.52080/ rvgluz.28.101.18

Ba, Z.; Meng, K.; Ma, Y. & Xioa, Y. 2024. Discovering technological opportunities by identifying dynamic structure-coupling patterns and lead-lag distance between science and technology. Technological Forecasting and Social Change, 200, 123147. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123147

Gudiño, I. C. 2023. Vigilancia tecnológica para los procesos del área de dirección y control comercial en el sector construcción con el fin de proponer una aproximación a una estandarización en la ciudad de Bucaramanga. Tesis de Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá. https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/0004e806-6edf-4ad1-81ec-66462ca394fa

Infante, M. B.; Delgado, M.; Ortega, Yadary C.; Pérez, D.; Blanco, J.; Pavón, Y. & Díaz, J. A. 2022. Modelo de vigilancia tecnológica basado en patrones asociados a factores críticos y sus aplicaciones. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 12 (1): e1068. https://revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/1068/1426

Kivimaa, P.; Laakso, S.; Lonkila, A. & Kaljonen, M. 2021. Moving beyond disruptive innovation: A review of disruption in sustainability transitions. Environ. Innov. Soc. Transit., 38: 110-126. https://doi.org/ 10.1016/j.eist.2020.12.001

McGree, J. & Thomas, H. 1996. Strategic Groups: Theory, Research and Taxonomy. Strategic Management Journal, 7 (2): 141-160. https://www.jstor.org/stable/3094267

Morin, J. 1985. L'excellence technologique. Publi Union, Paris. https://www.jstor.org/stable/45344026

Özdemir, A. 2022. Data- and knowledge-driven smart city strategies: research on implementation challenges of local governments in Turkey. Journal of Management and Economics Research, 20 (3): 152-169. http://dx.doi.org/10.11611/yead.1162186

Palop, F. & Vicente, J. M. 1994. Estructura de la Vigilancia. Documentos de la Maestría en Gestión de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Carlos III, Madrid. https://suriweb.com.ar/archivos/innovacion-tecnologica/ vigilancia-tecnologica/VTpotencial_vtec.pdf

Rotolo, D.; Hicks, D. & Martin, B. 2015. What is an emerging technology? Research Policy, 44 (10): 1827-1843. https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.06.006

Sepúlveda, J.; Arboleda, C. A.; Pérez, E. O. & Quirama, U. 2018. Análisis de los factores críticos de vigilancia para la competitividad de una empresa de base tecnológica. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 55, 2-21. https://doi.org/10.35575/rvucn.n55a1

Suárez, O. 2025. Modelo conceptual y procedimientos para la Gestión Estratégica de la Información y el Conocimiento en centros científicos agropecuarios en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Matanzas, Cuba.

Tallman, S. B. & Atchison, D. L. 1996. Competence-based competition: and the evolution of strategic configuration. In R. Sánchez, A. Heene & H. Thomas (eds.): Competence-Based Competition. Pergamon, Oxford, UK, pp. 349-375. https://searchworks.stanford.edu/view/9979972

INTERJOVEN

UTILIZACIÓN EN LOS JÓVENES AGROPECUARIOS DE LAS REDES CIENTÍFICAS Y ACADÉMICAS DEL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

USE OF THE SCIENTIFIC AND ACADEMIC NETWORKS OF THE INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE BY YOUNG AGRICULTURAL PROFESSIONALS

Adianet Jiménez Cecilio

Instituto de Ciencia Animal, Cuba
Autor para correspondencia: acecilio@ica.edu.cu

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el uso y el nivel de actualización de los perfiles profesionales de los jovenes investigadores del Instituto de Ciencia Animal en las redes científicas y académicas, Google Académico, ORCID, Researchgate y Linkedln, herramientas claves para dar visibilidad a su profesión en la rama agropecuaria, conectar con otros expertos y acelerar tu carrera. Investigamos cómo las usan los científicos del ICA en el período 2022-2024. Para ello se realizó una búsqueda pormenorizada en los perfiles de cada joven investigador, contabilizando los artículos científicos publicados en revistas científicas y divulgativas durante estos años. Por otra parte, se realizó un análisis bibliográfico sobre las principales características que ofrecen cada una de estas redes. Como resultado significativo se observó que la mayor presencia de los investigadores se encuentra en Google Académico y Researchgate, a pesar que se evidencia un aumento en la utilización de los perfiles ORCID, no así en el caso de linkdln donde la utilización es muy baja. Se concluye que, a pesar de tener presencia en las redes científicas y académicas, se debe mejorar la actualización de todos los perfiles profesionales, para mejorar la visibilidad de la ciencia en el Instituto.

Palabras clave: Google Académico, ORCID, Researchgate, Linkedln, impacto, visibilidad

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the use and level of updating of the professional profiles of young researchers at the Institute of Animal Science (ICA) on scientific and academic networks: Google Scholar, ORCID, ResearchGate, and LinkedIn. These are key tools for increasing the visibility of their profession in the agricultural sector, connecting with other experts, and accelerating their careers. We investigated how ICA scientists used these networks during the period 2022–2024. To this end, a detailed search was conducted on the profiles of each young researcher, counting the scientific articles published in scientific and popular journals during these years. Additionally, a literature review was performed on the main features offered by each of these networks. A significant finding was that the researchers had the greatest presence on Google Scholar and ResearchGate, although there was an increase in the use of ORCID profiles. However, LinkedIn usage was very low. It is concluded that, despite having a presence in scientific and academic networks, the updating of all professional profiles must be improved in order to enhance the visibility of science at the Institute.

Key words: Google Scholar, ORCID, Researchgate, LinkedIn, impact, visibility

INTRODUCCIÓN

Para los jóvenes que están heredando el desafío de alimentar al mundo, la comunicación ya no es solo verbal. Las redes sociales profesionales son tu megáfono global. Más allá de publicar en revistas, hoy es crucial difundir tu ciencia. Estas redes te permiten construir tu identidad digital única, mostrar tu trabajo y que tu currículum no termine en un cajón, sino que sea visto por las personas correctas. Una mayor visibilidad significa más oportunidades de aprendizaje, empleo e impacto. Dichas plataformas han comenzado a modelar la comunicación científica e influyen en la evaluación académica de cada investigador. Estas redes expresan el impacto de las investigaciones a través de la visibilidad de la ciencia, aspecto de gran importancia para la institución.

Hasta hace muy pocos años, la difusión de los trabajos científicos se circunscribió a un grupo de canales de comunicación denominados formales: revistas, libros, actas de congresos, entre otros, que asumieron tradicionalmente el papel de mediadores entre los autores y la comunidad científica. Con el surgimiento de Internet y, sobre todo, como resultado de su consolidación en el ámbito científico, esta concepción cambió y hoy la red ofrece a los investigadores múltiples herramientas para aumentar la visibilidad de sus experiencias como profesionales y sus resultados del quehacer científico y académico; con esto, los investigadores obtienen un mayor control sobre la visibilidad de su actividad, que ahora depende en cierta medida también de lo que ellos conozcan y realicen con este propósito.

Algunos de estos recursos han comenzado a formar parte de las baterías de indicadores métricos utilizados para la evaluación de científicos y académicos. Una mayor presencia en la Web no garantiza una mayor citación y, por tanto, un aumento del impacto, pero el aumento de la visibilidad de un objeto en Internet favorece su localización (Vidal *et al.*, 2012).

En la actualidad, las redes sociales constituyen un fenómeno global que incide en la comunicación personal, social, profesional y académica. En este nuevo siglo se están produciendo cambios importantes en los medios de comunicación, nuevos movimientos sociales, acciones colectivas provocadas por la influencia y el impacto de Internet y las redes sociales (Alonso *et al.*, 2016).

Se habla de los sitios o redes sociales como los servicios basados en Web que están atrayendo cada vez más a académicos e investigadores con una triple finalidad: construir un perfil público o semipúblico dentro de un sistema acotado, formalizar una lista de usuarios con los que establecer una conexión, y ver y cruzar la propia lista de contactos con las hechas por otros usuarios dentro del sistema. En definitiva, las funciones de las redes sociales giran en torno a las “3C”: comunicación (las personas ponen al servicio de los miembros nuevos conocimientos), comunidad (ayuda a la integración de nuevos miembros) y cooperación (permite que los usuarios realicen cosas en conjunto, compartan intereses, intercambien ideas, etc.) (Boyd y Ellison, 2007). El número exacto de redes sociales que existe en la actualidad es imposible de determinar, ya que constantemente van apareciendo nuevas por ser su creación muy sencilla y estar en una época en la que la comunicación virtual se ha convertido en un hábito diario (Boyd y Ellison, 2007; Alonso *et al.*, 2016).

La comunicación científica ha experimentado profundos cambios durante los últimos años. Nuevos modelos rigen tanto la comunicación como la evaluación en la ciencia. Hoy es tan importante la publicación del informe de investigación propiamente dicho como su depósito en los repositorios del conocimiento y su difusión a través de las redes sociales. La evaluación del impacto científico, por su parte, ha evolucionado hacia la valoración democrática de los documentos (altmetrics), a partir del establecimiento de la identidad digital única de los autores.

La multiplicidad de las redes sociales académicas existentes, hace que los investigadores, cuando comienzan a trabajar con estas plataformas, se pregunten: ¿qué red debo elegir? Si bien es cierto que no son excluyentes y un investigador puede formar parte de varias, la disponibilidad de tiempo, entre otros factores pueden determinar su decisión. Por todas las razones antes expuestas el presente trabajo pretende: Evaluar el uso y el nivel de actualización de los perfiles profesionales de los investigadores del Instituto de Ciencia Animal, así como enunciar las principales características de las redes sociales científicas y académicas como Google Académico, ORCID, Researchgate y Linkedln.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de los perfiles de todos los jovenes investigadores del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Para esto se realizaron entrevistas a los mismos en cada departamento de ciencia. Por otra parte, se analizó la visibilidad de cada autor en las principales redes científicas y académicas, dígase Google Académico, ORCID, Researchgate y Linkedln. Se analizó el nivel de actualización de los perfiles de cada investigador con especial interés en las publicaciones de los últimos 3 años. Por último, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre las principales características de las redes científicas y académicas antes mencionadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del estudio sobre el nivel de actualización de las redes científicas y académicas según número de artículos publicados en el período 2022-2024 se resume en la siguiente gráfica

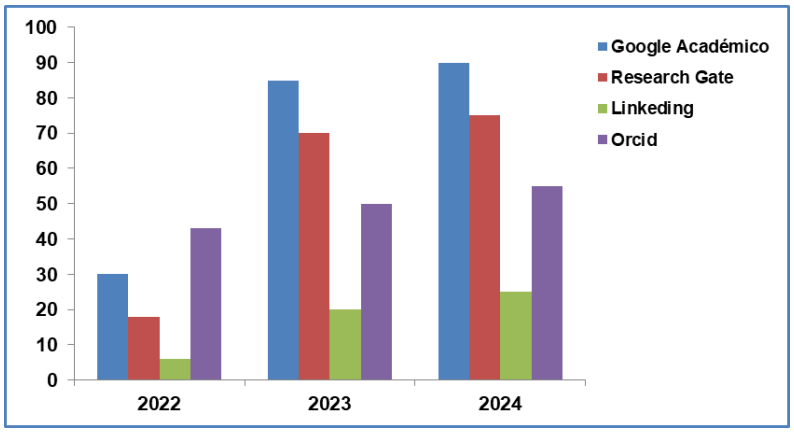


Gráfico 1. Nivel de actualización de las redes científicas y académicas según número de artículos publicados en el período 2022-2024.

Según se muestra en la gráfica, existe mucha variación entre las diferentes redes científicas y académicas. Es necesario señalar que, en el caso de Google Académico el nivel de actualización es superior al resto de las redes, aspecto que se justifica en gran medida por su capacidad de actualización automática. Esto permite que se añadan a los perfiles académicos nuevas publicaciones, siempre y cuando no cambie la forma en la que se encuentra citado el autor. Por su parte, el resto de las redes muestran un comportamiento similar con nivel mayor de actualización en el 2024 respecto al 2022. Este resultado puede relacionarse con el hecho de que durante el año 2022 muchos de los investigadores estuvieron en modalidad de tele trabajo a causa de la pandemia de la Covid -19 y dentro de los planes coyunturales se encontraba actualizar sus perfiles académicos. Asimismo, LinkdeIn se muestra como la página que menor nivel de actualización presenta y es la que menor representatividad posee dentro de la comunidad científica institucional.

Por último, es necesario señalar que luego que se determinara por muchas revistas, inclusive la revista institucional Cuban Journal of Agricultural Science, la incorporación de los números ORCID de cada uno de los autores, se ha registrado un aumento en el nivel de actualización en esta red. Sin embargo, aún no lo tienen actualizado la totalidad de los investigadores del ICA. Por todas estas razones se hace necesario la actualización de los perfiles académicos, para garantizar mayor visibilidad de los resultados científicos y a la vez contribuir indirectamente a elevar la visibilidad institucional.

A continuación, se abordarán algunas de las características fundamentales de estas redes:

ResearchGate. La red social de los científicos

Creada y desarrollada en el 2008 por Ijad Madisch, médico de origen sirio y sus amigos Sören Hofmayer y Horst Fickenscher, fue lanzada en mayo de ese propio año con el propósito de facilitar la colaboración científica y el intercambio de información y conocimiento entre los investigadores. Esta red ofrece actualmente servicio a más de nueve millones de usuarios y sus colecciones atesoran más de 80 millones de publicaciones. El modelo del éxito es como tantas otras veces relativamente sencillo. Los científicos pueden registrarse con la dirección de correo electrónico de una institución de investigación, crear un perfil de usuario e indicar sus áreas de interés (Moya, 2015). Es la red social académica líder mundial por la variedad y diversidad de los recursos informativos que maneja, y segunda según la frecuencia de uso profesional, solo por debajo de Google académico; refleja con facilidad y claridad los pasos para la creación de un perfil académico, el procedimiento para seguir los eventos del total de los usuarios y el acceso a los principales tipos de perfiles: autores, instituciones y revistas. Exponen los términos y condiciones para su uso de esta red y demuestra que el empleo apropiado de las facilidades que ofrece posibilita un aumento importante de la visibilidad de la actividad científica de los investigadores, las fuentes de información y las instituciones (Delgado y Orduña, 2016).

También es posible publicar conjuntos de datos finales para su reutilización en otros estudios. Además, posee un amplio repertorio de indicadores de rendimiento con el objetivo de medir la calidad y la cantidad de sus publicaciones. Destaca entre ellos el ResearchGate Score, calculado por un algoritmo propio que integra indicadores bibliométricos y altmétricos mediante la evaluación de las publicaciones del investigador, sus lecturas, descargas y citas, las preguntas

formuladas y contestadas por los iguales. También evalúa la forma en que sus coautores, colaboradores y seguidores reciben y evalúan sus contribuciones, de tal forma que su prestigio o puntuación incide en la dinámica del indicador; esto permite a los investigadores su auto-evaluación; así como la valoración de la actividad y los resultados de investigación de otros profesionales que participan en la red y la influencia de los coautores de publicaciones, colaboradores de trabajos y seguidores en el impacto, las estadísticas y las métricas alternativas (Moya, 2015; Yu *et al*., 2016; Orduña *et al.*, 2016).

LinkedIn. La red profesional orientada al ámbito empresarial

LinkedIn es la plataforma profesional por excelencia, tanto por su tamaño como por la cantidad de datos que ofrece, lanzada en mayo de 2003 y en sus estadísticas se refleja que tiene más de 400 millones de usuarios pertenecientes a más de 200 países. Su consigna es 'conecta, comparte ideas y descubre oportunidades. Tiene la particularidad de que más del 80 % de sus usuarios se encuentra comprendido en el rango de edades entre 36 y 45 años, pero con una media con tendencia decreciente (Archambault y Grudin, 2012).

Esta red permite identificar grupos de colaboración y diseñar estrategias de networking para promocionar los currículos individuales, que pueden ser elaborados eligiendo opcionalmente entre 24 idiomas e incluyendo variados aspectos de información personal, laboral, académica, de conocimientos y aptitudes. Las personas pueden hacer y solicitar recomendaciones de otros miembros, hacer seguimientos y actualizar sus contactos ante cambios de dirección o de trabajo. La muestra y promoción de las habilidades individuales no solo beneficia a los usuarios, sino que mejora la imagen de las compañías; la información que aparece en las páginas del perfil se caracteriza por un alto nivel de integridad y exactitud, demostrándose que los currículos de esta red son menos engañosos que los tradicionales. Es utilizada como herramienta de reclutamiento, siendo la empresa capaz de llegar a los solicitantes de empleo activos y pasivos, pues notifica a los usuarios las ofertas de plazas de forma automática y en función de los intereses manifestados (Bonson y Bednárová, 2013).

Pese a ser más popular fuera que dentro del mundo académico, LinkedIn es una red utilizada por los investigadores para publicar información relacionada con sus actividades profesionales, incluyendo detalles de sus publicaciones de investigación. Esto puede facilitar el número de descargas, ya que mejora el posicionamiento SEO (Search Engine Optimization); es decir, 'optimiza' la presencia del investigador en los motores de búsqueda, y en definitiva aumenta su visibilidad en Internet (Kelly y Delasalle, 2012). Para esto es necesario el cumplimiento de algunos requisitos útiles para la categorización de los contenidos y conseguir que estos aparezcan entre los primeros resultados de una búsqueda en uno o varios buscadores, como parte esencial del mercadeo (marketing) web. El principio del SEO es: 'si algo no se puede encontrar en Internet no es relevante o no existe', por tanto, si usted pretende que su contribución se consulte u obtenga cierto impacto, debe preocuparse por facilitar su indización o representación temática en los buscadores (Margolles, 2016).

Google Académico. Buscador académico. Subproducto de Google

Google Académico, aparecido en 2004, está especializado en la búsqueda e identificación de literatura científica y académica, procedente de universidades, centros de investigación y desarrollo, repositorios institucionales o temáticos, editoriales comerciales, bibliotecas, servicios de distribución y almacenamiento de información y bases de datos bibliográficas como PubMed/Medline. Tiene nuevas estrategias de difusión de la investigación y emite criterios para facilitar la localización de los trabajos científicos. Actúa bajo el lema 'A hombros de gigantes', algo que permite entender el fin que persigue el buscador. Si se pretende aumentar el impacto científico de una investigación, podemos destacar que hay diversos motivos que lo hacen crucial a la hora de posicionar mejor a un científico, y existe variedad de contenidos que evalúa y considera como científicos. Esta masividad no debe considerarse como disminución de la cantidad de contenidos recuperados pues los índices utilizados se encargan de depurar los contenidos y hacer que no se convierta en un inconveniente mayor (Alonso *et al*., 2016).

Comprende una amplia variedad de tipos de documentos y cobertura geográfica de la ciencia mundial, en particular del mundo no anglosajón, el más pobremente representado en los grandes servicios de información mundial. Ofrece interfaz para la búsqueda avanzada según temáticas de interés, posibilitando también realizar búsquedas por autor, título de revista, evento científico, institución u organización, así como combinaciones de las anteriores facilidades para la exploración, y permite crear un sistema de alertas informativas sobre temas, autores, citas a artículos y otros documentos de interés, así como diversas estrategias para el acceso al texto completo del recurso de interés, y también cómo crear y organizar una biblioteca personal a partir de la información que se obtiene de este sistema (Delgado y Torres, 2013). Además de un eficiente buscador, permite y aconseja crear un perfil con la producción científica y académica enlazada en red y evaluada con indicadores bibliométricos; se necesita abrir una cuenta de correo con el servidor: gmail.com; una vez conformado el perfil, los indicadores estadísticos generales y específicos aparecen detallados, personalizados y graficados con notificaciones a los usuarios a través del correo, y sus componentes se explican claramente con etiquetas en la página principal del perfil de usuario (Delgado y Torres 2013). La creciente utilización de Google Académico como motor de búsqueda ha convencido a quienes cuestionaban su idoneidad y la cantidad y calidad de los contenidos que recupera (Alonso *et al*., 2016).

ORCID (Open Researcher and Contribution ID)

Surgido en 2009. Es una organización sin fines de lucro, apoyada por casas editoras prominentes e instituciones de investigación élites que, por las facilidades que ofrece, ha ganado en popularidad por garantizar la distinción inequívoca de las contribuciones escritas por los investigadores y como método efectivo para vincular las actividades de investigación de científicos y académicos referidas en diferentes sistemas de información, abordando el problema de la identificación correcta de los autores individuales, que ha crecido durante los últimos años a causa del incremento exponencial de la producción científica mundial, convirtiéndose en un identificador único permanente y universal para científicos y académicos (Medical Library Association, 2013).

Identificador compuesto por 16 dígitos, construido sobre la base de la norma ISO 27729:2012. Propicia un código de autor permanente, inequívoco y distintivo con precisión de la producción y el quehacer científico, luego de un registro individual y gratuito para obtenerlo y almacenar, documentar y gestionar su quehacer profesional e introducir otras informaciones individuales e institucionales. Reduce la ambigüedad en la identificación de los autores, solicitando un nombre bibliográfico único y la afiliación institucional, y permite identificar correctamente a un autor y la totalidad de su obra (materiales en blog personales y sitios web, artículos y libros, programas docentes, software, entre otros) (Delgado y Torres, 2013).

Se observa un incremento paulatino de las editoriales y revistas especializadas que exigen tener un código ORCID a la hora de presentar manuscritos para publicar en ellas, así como perfiles en las redes sociales que lo incluyen entre sus datos de usuario.

CONCLUSIONES

Los jóvenes investigadores del ICA en el periodo 2022-2024 mostraron que casi en su totalidad no tienen completamente actualizados sus perfiles profesionales, lo cual atenta contra la visibilidad de la ciencia en el Instituto. Sin embargo, la incursión en estas redes demuestra fehacientemente la efectividad y el impacto en el incremento de la visibilidad de la producción científica. A su vez, el proceso de motivación y capacitación a los investigadores y el personal vinculado a la investigación es fundamental para aumentar el nivel de visibilidad profesional e institucional, aspecto vital en el desarrollo científico y tecnológico del país. El futuro de la agronomía es digital y colaborativo. No esperes a graduarte para empezar a construir tu reputación profesional. Estas redes son tu campo de juego global, donde puedes aprender de los mejores, mostrar tus ideas innovadoras y abrir puertas. La existencia de similitudes y diferencias entre las redes científicas y académicas, lejos de provocar indecisiones al elegirlas, pueden servir de guía para interactuar sobre ellas y equiparar los respectivos perfiles.

BIBLIOGRAFÍA

Alonso, A., Ontalba, J.A., González, J. & Aleixandre, R. 2016. Comunicación científica (XXXIII). El papel de las redes sociales en la difusión de la pediatría. Acta Pediátrica Española, 74(5): 133-40.

Archambault, A. & Grudin, A.J. 2012. A longitudinal study of Facebook, LinkedIn & Twitter use. CHI: 2741-50.

Bonson, E. & Bednárová, M. 2013. Corporate LinkedIn practices of Eurozone companies. Online Information Review, 37(6): 969-984.

Boyd, D. & Ellison, N. 2007. Social network sites: definition, history and scholarship. Journal of computer-Mediated Communication, 13(1): 210-30.

Delgado, E. & Orduña, E. 2016. Cómo usar ResearchGate. Granada: Universidad de Granada. Disponible en: http://www.slideshare.net/EmilioDelgado/ cmo-usar-researchgate.pdf.

Delgado, E. & Torres, D. 2013. Cómo utilizar Google Scholar para mejorar la visibilidad de nuestra producción científica. Universidad de Granada/Universidad de Navarra. Disponible

en: http://es.slideshare.net/torressalinas/cmo-utilizar-google-scholar-para-mejorar-la-visibilidad.

Kelly, B. & Delasalle, J. 2012 Can LinkedIn and Acade-mia.edu enhance access to open repositories? OR2012: The 7th International Conference on Open Repositories. University of Bath, Disponible en: http://opus.bath.ac.uk/30227/1/or12-136-final.pdf.

Margolles, P. 2016. Incrementa el impacto de tus artículos científicos gracias al SEO. Disponible en: http://www.neoscientia.com/seo-articulos-cientificos/.

Medical Library Association. Author identifiers: Tackling Author Name Ambiguity. 2013 [Internet] [citado 23 Ene 2014]. Disponible en: http://www.mlanet.org/government/gov_pdf/2013_author%20identiers_factsheet.pdf.

Moya, V.M. 2015. ResearchGate scientific network: la red social de los investigadores. Sevilla: Universidad de Sevilla; [Internet]. Disponible en: http://bib.us.es/educacion/sites/bib3.us.es.educacion/files/materiales_pdi_researchgate.pdf.

Orduña, E., Martin, A. & Delgado, E. 2016. ResearchGate como fuente de evaluación científico: desvelando sus aplicaciones biométricas. Profesional de la Información, 25(2): 303-310.

Vidal, A., Navarro, C., González, J., Alonso, A. & Aleixandre, R. 2012. Fuentes de información bibliográfica (XI). Las redes sociales y los perfiles profesionales e investigadores en pediatría. Acta Pediátrica Española, 70 (4): 157-165.

Yu, M.C., Wu, Y.C.J, Alhalabi, W., Kao, H.Y. & Wu, W.H. 2016. ResearchGate: an effective altmetric indicator for active researchers? Computers in Human Behavior, 55: 1001-1006.

INTERJOVEN

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN INFORMÁTICA EN EL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL

IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS FOR THE OPTIMIZATION OF COMPUTER MANAGEMENT AT THE INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Lázaro Domínguez Fernández

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

Autor para correspondencia: lazaro61297@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo aborda la implementación de herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) para optimizar la gestión informática en el Instituto de Ciencia Animal (ICA). Considerando el papel estratégico de las tecnologías de la información en el soporte a la investigación científica y la producción agropecuaria, se propone la integración de soluciones inteligentes para mejorar la eficiencia, seguridad y disponibilidad de los sistemas informáticos. Se diseñó una propuesta basada en el uso de algoritmos de monitoreo predictivo, automatización de tareas administrativas y análisis de datos en redes, con el objetivo de reducir fallos, optimizar recursos tecnológicos y facilitar la toma de decisiones. La metodología incluyó el diagnóstico de la infraestructura existente, la identificación de problemáticas frecuentes y la selección de herramientas de IA adaptadas al contexto institucional. Los resultados evidencian una mejora en los tiempos de respuesta ante incidencias, mayor estabilidad en los servicios de red y una reducción significativa de tareas manuales repetitivas. Asimismo, se destaca el potencial de la IA para contribuir al desarrollo tecnológico del ICA, en correspondencia con su misión de impulsar la soberanía alimentaria mediante la ciencia y la innovación. Se concluye que la incorporación de soluciones de IA en la gestión informática representa una alternativa viable y necesaria para fortalecer el soporte tecnológico de la investigación en ciencia animal.

Palabras clave: inteligencia artificial, redes informáticas, automatización, gestión tecnológica, ciencia animal

ABSTRACT

This paper addresses the implementation of Artificial Intelligence (AI) tools to optimize IT management at the Institute of Animal Science (ICA). Considering the strategic role of information technologies in supporting scientific research and agricultural production, the integration of intelligent solutions is proposed to improve the efficiency, security, and availability of IT systems. A proposal was designed based on the use of predictive monitoring algorithms, automation of administrative tasks, and network data analysis, with the aim of reducing failures,

optimizing technological resources, and facilitating decision-making. The methodology included diagnosing the existing infrastructure, identifying common problems, and selecting AI tools adapted to the institutional context. The results demonstrate improved response times to incidents, greater stability in network services, and a significant reduction in repetitive manual tasks. Furthermore, the potential of AI to contribute to the technological development of the ICA is highlighted, in accordance with its mission to promote food sovereignty through science and innovation. It is concluded that the incorporation of AI solutions in computer management represents a viable and necessary alternative to strengthen the technological support of research in animal science.

Key words: artificial intelligence, computer networks, automation, technology management, animal science

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un diagnóstico de la infraestructura informática del ICA, identificando las principales problemáticas en la gestión de redes y sistemas.

Se emplearon los siguientes métodos:

- ✓ Análisis de registros de incidencias en la red
- ✓ Observación directa del funcionamiento de los sistemas
- ✓ Entrevistas al personal técnico

Posteriormente, se diseñó una propuesta basada en:

- ✓ Herramientas de monitoreo inteligente de redes
- ✓ Sistemas de automatización de tareas (scripts y bots)
- ✓ Algoritmos de análisis predictivo para fallos

Se consideraron soluciones accesibles y adaptables al contexto tecnológico del centro.

1. Herramientas de Monitoreo Inteligente de Redes

Las herramientas de monitoreo inteligente de redes permiten supervisar de forma continua el estado de los equipos tecnológicos de una institución, garantizando la disponibilidad de servicios críticos como internet, servidores, impresoras, bases de datos y estaciones de trabajo. Mediante estas plataformas es posible detectar fallos en tiempo real, generar alertas automáticas, registrar incidencias históricas y facilitar una administración más eficiente de la infraestructura informática.

En el Instituto de Ciencia Animal se utiliza Nagios, es un sistema de monitoreo de código abierto ampliamente utilizado para supervisar redes, servidores y servicios informáticos que permite verificar constantemente el estado de los dispositivos conectados a la red y notificar de inmediato cuando ocurre una falla o degradación del servicio.

2. Sistemas de automatización de tareas (scripts y bots)

La automatización de tareas informáticas constituye una estrategia esencial para optimizar el trabajo del personal técnico, reducir errores humanos y mejorar la rapidez en la atención a usuarios. Mediante scripts y bots es posible ejecutar procesos repetitivos de forma automática, garantizando mayor eficiencia operativa dentro de la institución. En entornos organizacionales como el Instituto de Ciencia Animal, donde múltiples usuarios dependen diariamente de los servicios informáticos, la automatización permite ofrecer respuestas ágiles y mantener mayor estabilidad tecnológica.

Los bots representan una de las herramientas más útiles dentro de la automatización moderna, ya que permiten interactuar con usuarios y administradores mediante plataformas de mensajería o sistemas web internos.

Su uso reduce la carga operativa del departamento de informática y mejora la atención al personal institucional.

Aplicaciones Propuestas de Bots en el Instituto de Ciencia Animal

- Bot para Restablecimiento de Contraseñas

Una de las incidencias más frecuentes en cualquier red institucional es el olvido de contraseñas.

Se propone un bot capaz de:

- ✓ Validar identidad del usuario mediante nombre y carné
- ✓ Restablecer contraseña temporalmente
- ✓ Enviar nueva clave de acceso
- ✓ Registrar el cambio realizado

Beneficios:

- ✓ Disminuye tiempo de espera del usuario
- ✓ Reduce carga del administrador de red
- ✓ Disponible fuera del horario laboral

Instituto de Ciencia Animal, C. Central, km 47 ½, San José de las Lajas, Apartado Postal 24, Mayabeque, Cuba

interjovenicacuba@gmail.com

- Bot de Preguntas Frecuentes (Asistente Virtual)

Un chatbot institucional puede responder automáticamente dudas comunes como:

Ejemplos:

- ✓ ¿Dónde se encuentra la red WiFi institucional?
- ✓ ¿Cómo conectarse a la WiFi?
- ✓ ¿Cuál es el nombre de la red?
- ✓ ¿Qué requisitos necesito para acceder?
- ✓ ¿Dónde reportar una avería informática?
- ✓ ¿Horario del departamento de informática?

Beneficios:

- ✓ Atención inmediata al usuario
- ✓ Menor interrupción al personal técnico
- ✓ Información disponible 24 horas

- Bot de Alertas Técnicas al Administrador

Se propone integrar bots de mensajería (Telegram o WhatsApp Business) para enviar notificaciones automáticas al administrador de red.

Alertas posibles:

- ✓ Caída del servicio de internet
- ✓ Servidor sin conexión
- ✓ Error en correo institucional
- ✓ Espacio crítico en disco
- ✓ Servicio detenido

La implementación de bots automatizados aporta:

- ✓ Mayor rapidez en la solución de incidencias
- ✓ Reducción del trabajo manual repetitivo
- ✓ Mejor comunicación entre usuarios y área técnica
- ✓ Mayor disponibilidad de los servicios
- ✓ Mejora de la percepción tecnológica institucional

3. Algoritmos de análisis predictivo para fallos

Se propone la utilización de algoritmos de análisis predictivo aplicados a entornos Windows, empleando datos provenientes del Visor de Eventos, PowerShell y herramientas de rendimiento del sistema. Mediante modelos como Random Forest, Regresión Lineal e Isolation Forest, sería posible anticipar fallos en discos duros, saturación de recursos, inestabilidad de servicios críticos y anomalías en estaciones de trabajo. Esta estrategia permitiría evolucionar desde un mantenimiento correctivo hacia un mantenimiento preventivo inteligente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del diagnóstico realizado en la infraestructura informática del Instituto de Ciencia Animal, se identificó que los principales incidentes tecnológicos estaban asociados a interrupciones del servicio de internet, fallos en estaciones de trabajo, solicitudes frecuentes de restablecimiento de contraseñas, dificultades de acceso a la red WiFi institucional y demora en la detección de fallos en servicios críticos. Con base en estas problemáticas, se diseñó una propuesta de modernización sustentada en tres ejes fundamentales: monitoreo inteligente mediante Nagios, automatización de tareas mediante bots y scripts, y análisis predictivo para fallos en entornos Windows.

En relación con el monitoreo de red, el uso de Nagios permitió consolidar la supervisión centralizada de servidores, equipos de red y servicios institucionales. La plataforma posibilita detectar caídas de conectividad, indisponibilidad de servicios y degradación del rendimiento en tiempo real, reduciendo considerablemente el tiempo de respuesta ante incidencias. Asimismo, el almacenamiento histórico de métricas constituye una fuente valiosa para futuros procesos de analítica avanzada e inteligencia artificial.

Respecto a la automatización de tareas, la implementación propuesta de bots institucionales representa una mejora significativa en la atención al usuario y en la eficiencia operativa del área informática. Funciones como el restablecimiento automatizado de contraseñas, respuestas inmediatas sobre conexión a la WiFi institucional y notificaciones automáticas sobre fallos de internet, ejecución de backups o caída de servicios críticos, disminuyen la carga de trabajo manual del administrador de red y elevan la calidad del soporte técnico.

En cuanto al análisis predictivo, el empleo de algoritmos de aprendizaje automático aplicados a datos obtenidos desde Windows (Visor de Eventos, rendimiento del sistema y estado del hardware) permitiría anticipar fallos de discos, saturación de memoria RAM, inestabilidad de servicios y comportamientos anómalos en equipos de usuario. Esto favorece una transición desde un mantenimiento correctivo tradicional hacia un modelo preventivo e inteligente.

De manera general, la integración de estas tecnologías fortalece la transformación digital institucional, mejora la disponibilidad de los recursos informáticos y crea condiciones más favorables para el desarrollo de la actividad científica y productiva del centro. Se evidencia además que muchas de las soluciones propuestas pueden implementarse utilizando software libre y recursos tecnológicos existentes, lo cual incrementa su viabilidad dentro del contexto nacional.

BIBLIOGRAFÍA

Russell, S., & Norving P. 2021. Artificial Intelligence: A Modern Approach

Tanenbaum, A. 2011. Redes de computadoras

Mitchell, T. M. 1997. Machine Learning. McGraw-Hill.

Geron, A. 2022. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow(3rd ed.). O'Reilly Media

Barth, W. 2008. Nagios: System and Network Monitoring. No Starch Press

Nagios Enterprises. 2024. Nagios Core Documentation

Payette, B. 2011. Windows PowerShell in Action. Manning.

Zhang, W., et al. 2020. Predictive maintenance using machine learning techniques: A review. Journal of Manufacturing Systems, 56, 1-15.

Carvalho, T. P., et al. 2019. A systematic literatura review of machine learning methods applied to predictive maintenance. Computers & Industrial Engineering, 137.

Ahmed, M., Mahmood, A. N., & Hu, J. 2016. A survey of network anomaly detection techniques. Journal of Network and Computer Applications, 60, 19-31.

INTERJOVEN

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO Y REDES DE CO-OCURRENCIA DE INVESTIGACIONES PUBLICADAS SOBRE LA MORUS ALBA, MORINGA OLEÍFERA Y TITHONIA DIVERSIFOLIA

BIBLIOMETRIC ANALYSIS AND CO-OCCURRENCE NETWORKS OF PUBLISHED RESEARCH ON MORUS ALBA, MORINGA OLEÍFERA AND TITHONIA DIVERSIFOLIA

Mildrey Torres Martínez*, Magaly Herrera Villafranca, Verena Torres Cárdenas, Lucía Sarduy García, Yolaine Medina Mesa y Yaneilys García Avila

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

**Autor para correspondencia: mildreytm91@gmail.com*

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis bibliométrico a partir de las palabras clave y aplicar la cartografía bibliométrica con el fin de analizar las temáticas más publicadas relacionadas con las plantas proteicas: *Morus alba, Moringa oleífera y Tithonia diversifolia* en la alimentación animal. Para estudiar los términos de investigación más afines se consultaron las bases de datos electrónicas: Scielo, SCOPUS y Web of Science. Se recopilaron un total de 485 artículos publicados hasta el año 2024. Se confeccionó una base de datos en el gestor bibliográfico EndNote por cada planta proteica, y se extrajo de cada artículo las palabras clave. La relación entre las palabras clave de las publicaciones, se obtuvo a partir de las matrices de co-ocurrencia en un fichero .net generado con el programa Bibexcel, y el programa VOSviewer posibilitó su posterior visualización. El análisis bibliométrico permitió identificar las diferentes temáticas más abordadas asociadas al empleo de las plantas proteicas como: digestibilidad, suplementos, ganancia de peso, harinas, conejos, corderos, cerdos, ratas, reproducción, alimento animal, sangre, antioxidante, pollo de engorde, calidad de la carne, rendimiento, semillas, ganado, huevos, gallinas ponedoras, análisis bromatológico, degradabilidad efectiva, balance de nitrógeno, arbustos forrajeros, rendimiento forrajero, ensilaje, sostenibilidad, entre otros. Estas herramientas de análisis posibilitan orientar a investigadores en sus trabajos futuros identificando brechas aún no estudiadas o poco abordadas.

Palabras clave: bibliometría, cartografía, morera, moringa, tithonia

ABSTRACT

The objective of this study was to perform a bibliometric analysis using keywords and apply bibliometric mapping to analyze the most frequently published topics related to the protein-rich plants Morus alba, Moringa oleifera, and Tithonia diversifolia in animal feed. To identify the most relevant research terms, the electronic databases SciELO, Scopus, and Web of Science were consulted. A total of 485 articles published up to 2024 were compiled. A database was created in

the EndNote bibliographic manager for each protein-rich plant, and keywords were extracted from each article. The relationships between the keywords in the publications were obtained from co-occurrence matrices in a .NET file generated with Bibexcel, and the VOSviewer program facilitated their subsequent visualization. Bibliometric analysis identified the most frequently addressed topics related to the use of protein plants, including digestibility, supplements, weight gain, meals, rabbits, lambs, pigs, rats, reproduction, animal feed, blood, antioxidants, broiler chickens, meat quality, yield, seeds, cattle, eggs, laying hens, bromatological analysis, effective degradability, nitrogen balance, forage shrubs, forage yield, silage, and sustainability, among others. These analytical tools can guide researchers in their future work by identifying gaps in knowledge that have not yet been studied or have received little attention.

Key words: bibliometrics, cartography, mulberry, moringa, tithonia

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo pasado existe un crecimiento exponencial de las fuentes de información y, a la vez, de las formas en que se accede a ellas, por lo que se convierte en un reto identificar lo relevante para la toma de decisiones (Rivas *et al.,* 2023). Autores como Arriojas y Marín (2021) plantean que, la producción de conocimiento científico es fundamental para el desarrollo de los países, y su continuo aumento es una tarea imprescindible de los institutos de investigación y universidades en todo el mundo. Es importante señalar que, el desarrollo y la difusión de la ciencia van de la mano con el desarrollo económico y social de las naciones, por tanto, se debe lograr que el conocimiento se ponga a disposición de la comunidad científica internacional para su consulta y uso, a través de revistas electrónicas especializadas y bases de datos bibliográficas (Povedano *et al.,* 2020).

Las Ciencias Agropecuarias no está exenta de este cúmulo de información continuo, de ahí que los análisis bibliométricos son tan necesarios para valorar el estado actual de la investigación, así como las contribuciones de los investigadores y los países en los campos del conocimiento, lo cual permitirá orientar las futuras líneas de investigación hacia áreas específicas (Hurtado *et al.,* 2022). Cabe señalar que, el análisis bibliométrico proporciona resultados objetivos de interés tanto para los editores de revistas científicas como para los propios autores, dado que se ha convertido en una fuente confiable de información sobre la producción individual o conjunta. Actualmente, una de las herramientas que se introduce en este tipo de análisis son los mapas bibliométricos, los que son de gran utilidad para visualizar los resultados (Franco *et al.,* 2016).

Por lo anteriormente expuesto y dada la importancia que tiene para nuestro país desde el año 2011 el empleo de las plantas proteicas (Morera, Moringa y Tithonia) en función de la alimentación animal, el trabajo tuvo como objetivo realizar un estudio a partir de las palabras clave y aplicar la cartografía bibliométrica con el fin de analizar las temáticas más publicadas en los últimos años relacionadas con estas plantas proteicas en la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Análisis de palabras clave y cartografía bibliométrica

Para estudiar las temáticas o términos de investigación más afines relacionados con las plantas proteicas se consultaron varias bases de datos electrónicas: Scielo, SCOPUS y Web of Science. Se recopilaron un total de 485 artículos publicados hasta el año 2024 (100 de morera, 117 de moringa y 268 de tithonia). Se confeccionó una base de datos en el gestor bibliográfico EndNote versión X7 (Clarivate Analytics, 2014), se extrajeron de cada artículo los metadatos necesarios relacionados con las palabras clave y se convirtió la base de datos en un fichero de texto para el posterior análisis bibliométrico.

La relación entre las palabras clave de las publicaciones por cada planta, se obtuvo a partir de las matrices de co-ocurrencia en un fichero .net generado con el programa Bibexcel versión 1.6.4 (Olle Persson *et al.*, 2009). Para la visualización final de estas redes de co-ocurrencia se utilizó la cartografía bibliométrica o la metodología de mapeo propuesta por Franco *et al.* (2016). Para visualizar los mapas, se utilizó el programa VOSviewer versión 1.6.5 (Van Eck y Waltman, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar las 100 publicaciones sobre la Morera en la alimentación animal, mediante las frecuencias de los términos y sus relaciones se logró identificar 287 términos definidos por los autores como palabras clave y se establecieron 64 pares de co-ocurrencia (64 vértices). La figura 1 muestra la red de co-ocurrencia entre los términos de investigación que se relacionan con la Morera.

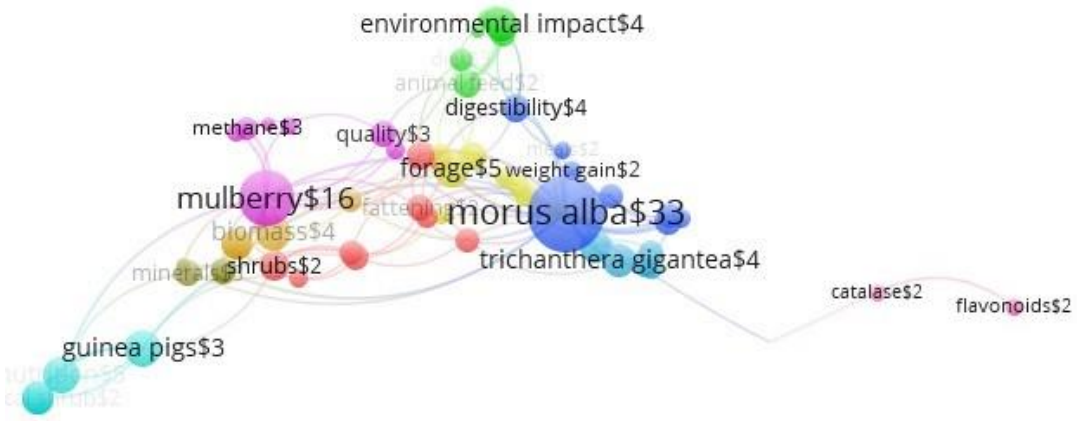


Figura 1. Red de co-ocurrencia entre términos según las palabras clave de los artículos relacionados con la Morera en la alimentación animal.

Con las frecuencias de los términos y sus relaciones se logró identificar 330 términos definidos por los autores como palabras clave en las investigaciones sobre la Moringa y se formaron 150 pares de co-ocurrencia (56 vértices). La figura 2 muestra la red de co-ocurrencia entre los términos de investigación que se relacionan con la Moringa.

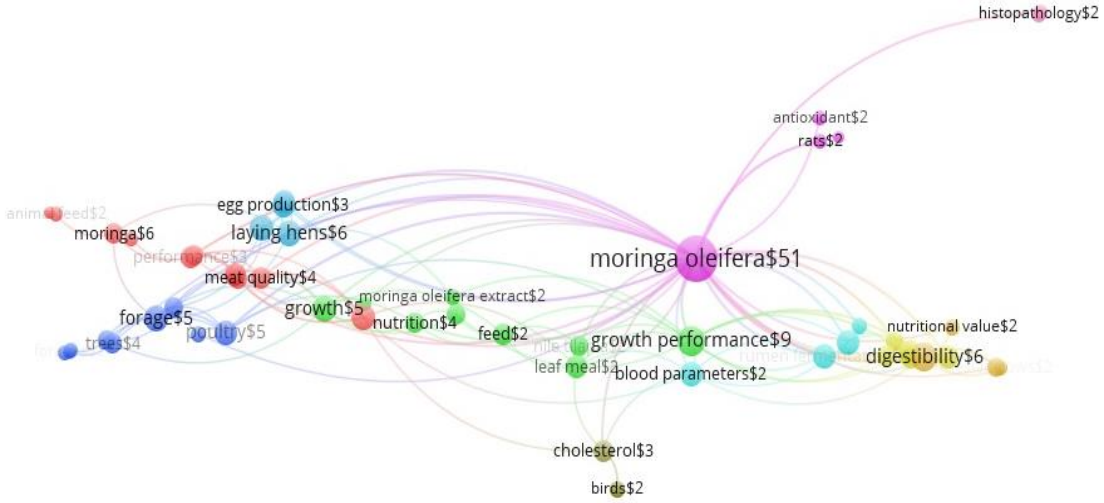


Figura 2. Red de co-ocurrencia entre términos según las palabras clave de los artículos relacionados con la Moringa en la alimentación animal.

Con las investigaciones relacionadas con la Tithonia y la alimentación animal se identificaron 632 términos como palabras clave y se formaron 310 pares de co-ocurrencia (115 vértices). En la figura 3 se observa la red de co-ocurrencia entre los términos de investigación que se relacionan con la Tithonia.

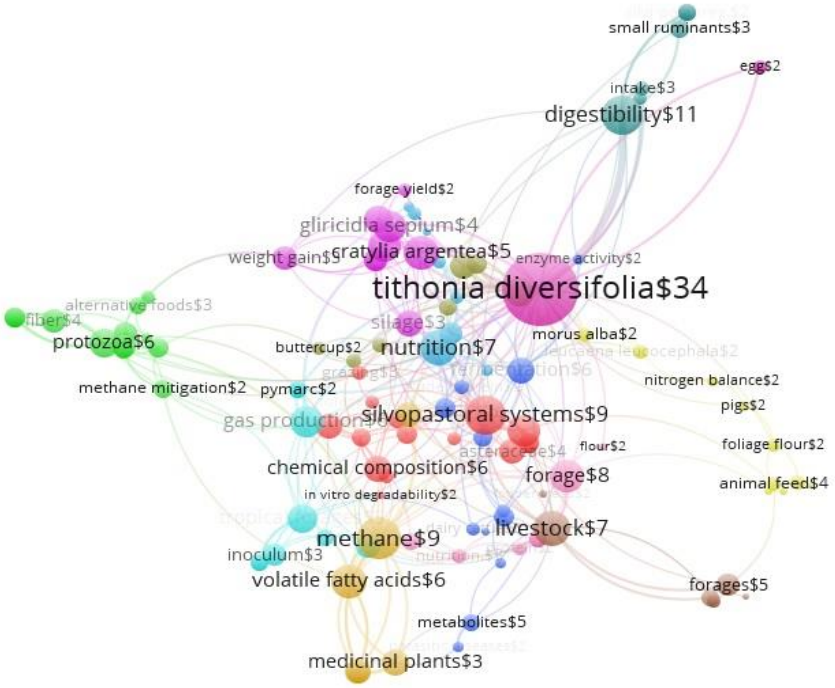


Figura 3. Red de co-ocurrencia entre términos según las palabras clave de los artículos relacionados con la Moringa en la alimentación animal.

En cada uno de los mapas bibliométricos anteriores (Fig 1., Fig. 2, y Fig. 3) cada término se identificó por un círculo y la longitud del diámetro (tamaño de la etiqueta) está relacionado con la frecuencia de aparición de cada término y su peso. Además, cuanto menor sea la distancia entre dos círculos, mayor será la co-ocurrencia de los términos (Dextre *et al.*, 2023). Los diferentes colores conformaron los distintos clústeres con los temas más abordados en las publicaciones y se identificó cada conglomerado central con la temática principal de investigación para cada planta proteica estudiada.

Con las investigaciones sobre la Morera se formaron 10 clústeres que agrupan los diferentes términos más empleados y sus asociaciones. El clúster principal y de mayor peso (figura 1) relaciona estrechamente la Morera con los términos: digestibilidad, *Gliricidia sepium, Hibiscus rosasinensis*, suplementos, ganancia de peso, harinas, conejos y corderos.

Los estudios científicos sobre la Moringa permitieron formar 10 clústeres con los términos más empleados. Como se observa en la figura 1, en el clúster principal se asocia la Moringa con las siguientes palabras clave: ratas, antioxidante, reproducción, alimento animal, sangre, pollo de engorde, calidad de la carne, rendimiento, semillas y ganado. Por otra parte, según se muestra en la figura 3, con los términos analizados en los artículos sobre la Tithonia se conformaron 15 clústeres y el clúster principal asoció con mayor co-ocurrencia los términos: huevos, gallinas ponedoras, alimento animal, análisis bromatológico, degradabilidad efectiva, harina de follaje, *Leucaena leucocephala, Morus alba*, balance de nitrógeno, cerdos, *Cratylia argentea*, *Crescentia cujete*, arbustos forrajeros, rendimiento forrajero, *Gliricidia sepium*, ensilaje, sostenibilidad, y ganancia de peso.

CONCLUSIONES

Los análisis bibliométricos resultaron ser útiles para evaluar, evidenciar y analizar la actividad científica. Se destacan los mapas bibliométricos como herramientas imprescindibles para analizar y resaltar las áreas temáticas más importantes sobre un tema determinado de investigación. A través de las palabras claves se pudo identificar las temáticas más abordadas en los últimos años que se asocian a las plantas proteicas y la alimentación animal. Estos análisis posibilitan orientar a investigadores en sus trabajos futuros identificando brechas aún no estudiadas o poco abordadas.

BIBLIOGRAFÍA

Arriojas, D.D.J. & Marín, T.D. 2021. Producción científica en ingeniería: análisis comparativo de países de Suramérica del 2008 al 2018. Revista Universidad y Sociedad. 13(3):84-93. ISSN: 2218-3620

Dextre, S.A., Febres, R.J. & Mercado, M.R. 2023. Análisis bibliométrico de los 100 artículos más citados en scopus sobre educación médica y COVID-19. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud. 34: 1-28. ISSN: 2307-2113

Clarivate Analytics. 2014. EndNoteTM. reference manager versión X7. Formaly the IP & Science business of Thomson Reuters. Toronto, Canadá.

Franco, K., Díaz, F.J., Pineda, J.E. & Hidalgo, C.A. 2016. Bibliometric analysis of scientific production of Mexican Journal of Eating Disorders. 2010-2014. Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios. 7:9-16. ISSN: 2007-1523. Doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.rmta.2016.03.001.

Hurtado, G. Díaz, J., Pérez, F., Araña, Y., Barcos, V. & Herrera, R. 2022. Análisis bibliométrico de publicaciones sobre el Proceso de Atención de Enfermería del período 2015-2020. Revista Cubana de Enfermería. 38(1):1-14. ISSN: 1561-2961

Persson, O., Danell, R. & Wiborg-Schneider, J. 2009. How to use Bibexcel for various types of bibliometric analysis. In celebrating scholarly communication studies: A Festschrift for Olle Persson at his 60th Birthday. (eds) Åström, F., Danell, R., Larsen, B. & Schneider, J. P 9–24. Leuven. Belgium: International Society for Scientometrics and Informetrics.

Povedano-Montero FJ, Weinreb RN, Raga-Martínez I, et al. Detection of neurological and ophthalmological pathologies with Optical Coherence Tomography using retinal thickness measurements: A bibliometric study. Appl Sci. 2020; 10(16):5477-5491. ISSN:2076-3417. Doi: https://doi:10.3390/app10165477.

Rivas, F., Rosete, A., Cobas, M.J. & Hernández, A. 2023. Un análisis bibliométrico de la producción científica cubana en la web de la ciencia. Revista Cubana de Transformación Digital, 4(1):e204:1-1-16. ISSN:2708-3411

Van Eck, N.J. & Waltman, L. 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics. 84:523-538. ISSN: 0138-9130. Doi: https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

INTERJOVEN

INTERJOVEN

SISTEMA DE ANÁLISIS DE DATOS Y TRAZAS DEL SERVIDOR DE CORRE MDAEMON EN LA EMPRESA DE SERVICIOS INFORMÁTICOS ESPECIALIZADOS (GET)

DATA AND TRACE ANALYSIS SYSTEM FOR THE MDAEMON MAIL SERVER AT THE SPECIALIZED IT SERVICES COMPANY (GET)

Melissa Fernández González

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.

Autor para correspondencia: mely.fernandez450@gmail.com

RESUMEN

El trabajo parte de una situación concreta: los servidores de correo electrónico son infraestructuras críticas que, sin embargo, suelen monitorearse con herramientas anticuadas o de forma casi manual. En la Empresa de Servicios Informáticos Especializados (GET), el servidor MDaemon generaba grandes volúmenes de trazas que resultaban difíciles de procesar de manera sistemática, lo que limitaba la capacidad de detectar incidentes a tiempo. Para dar respuesta a esa necesidad, se diseñó e implementó un sistema de análisis automatizado apoyado en el ELK Stack (Elasticsearch, Logstash y Kibana) y Python. La investigación se estructuró siguiendo el proceso KDD, que permite revisar y ajustar cada fase según los resultados parciales. Como método de detección se aplicó el algoritmo Isolation Forest, elegido por su capacidad para trabajar sin datos etiquetados previos. Los resultados mostraron que el sistema reduce el tiempo de análisis, mejora la trazabilidad de los eventos y cumple con lo que establece la Resolución 128 del MINCOM.

Palabras clave: Análisis de trazas, Correo electrónico, Seguridad

ABSTRACT

This study stems from a real operational challenge: mail servers are critical infrastructure, yet they are often monitored using outdated tools or with heavy manual intervention. At Empresa de Servicios Informáticos Especializados (GET), the MDaemon server generated large volumes of log data that were difficult to process in a consistent and timely way, limiting the organization's ability to detect incidents early. To address this, an automated analysis system was designed and implemented using the ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, and Kibana) alongside Python. The research followed the KDD process, which allows each phase to be revisited and refined as results emerge. The Isolation Forest algorithm was chosen for anomaly detection due to its ability to operate without pre-labeled data. Results showed that the system reduces analysis time, improves event traceability, and meets the requirements set out in MINCOM Resolution 128.

Key words: Trace analysis, Email, Security

INTRODUCCIÓN

El correo electrónico ocupa un lugar central en la comunicación empresarial, pero esa misma centralidad lo convierte en uno de los puntos más vulnerables de cualquier infraestructura digital. Según datos recientes, alrededor del 54% del malware llega a través de este canal (Guézo & Canali, 2024). Para organizaciones como la Empresa de Servicios Informáticos Especializados (GET), que dependen del correo para manejar información sensible a diario, esto implica una exposición permanente a amenazas como el phishing, los ataques de denegación de servicio y la fuga de datos.

Ante este escenario, contar con un registro centralizado y trazable de los eventos del servidor es una exigencia que la Resolución 128 del MINCOM (2019) recoge de forma explícita. Hasta hace poco, el GET recurría a GrepLog para hacer un seguimiento estadístico de las trazas, pero esa herramienta quedó fuera de uso por incompatibilidad con los sistemas actuales. La consecuencia fue tener que realizar el análisis de forma semiautomática, apoyándose en procedimientos manuales que, además de lentos, son fácilmente susceptibles a errores y no permiten detectar problemas en fases tempranas.

Operar sin un sistema automático de análisis de logs deja al servidor MDaemon prácticamente sin vigilancia continua, lo que abre brechas en la integridad y confidencialidad de las comunicaciones. Fue esa realidad la que motivó el presente trabajo: diseñar una solución que combine técnicas de procesamiento de datos y detección de anomalías para responder de forma más rápida y fundamentada ante cualquier incidente, sin perder de vista los estándares de seguridad vigentes (NIST, 2020).

Objetivo: Implantar un sistema de análisis automatizado de trazas del servidor MDaemon en la Empresa de Servicios Informáticos Especializados (GET), que integre técnicas de procesamiento y análisis de datos para el control del uso del servicio de correo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló sobre una máquina virtual Ubuntu 64 bits con 7,8 GB de RAM y 2 GB de memoria de intercambio, ejecutada bajo VirtualBox. Se instaló la suite ELK en su versión 8.18.1 (Elasticsearch, Logstash y Kibana) y Python 3.12.3 para la escritura de scripts de procesamiento. En lugar de Logstash para la ingesta de datos, se optó por Filebeat, ya que consume menos recursos y resulta más adecuado para entornos virtualizados donde el rendimiento es limitado; aun así, la indexación en Elasticsearch se mantuvo actualizada sin retrasos notables.

Para organizar el proceso investigativo se adoptó la metodología KDD (Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos). Una de sus ventajas más útiles es que no obliga a seguir un recorrido lineal: permite volver sobre etapas anteriores cuando los resultados intermedios así lo exigen, lo que resultó especialmente práctico dado el tipo de datos con los que se trabajó. El proceso se organizó en cuatro etapas principales:

Selección e Ingesta de Datos: La base de trabajo fue una muestra real de 146.448 registros de logs del servidor MDaemon. Para automatizar la recolección, se desarrollaron scripts en Python que utilizan la librería zipfile para descomprimir los archivos de log antes de enviarlos a Elasticsearch.

Preprocesamiento: Con la biblioteca Pandas se transformaron los datos crudos en una estructura lista para el análisis. Esto implicó eliminar duplicados (identificados por marca de tiempo e IP), unificar los formatos de fecha y categorías, y crear variables derivadas como el día de la semana o la clasificación de eventos de alto riesgo, que luego resultaron útiles en la fase de detección.

Minería de Datos y Detección de Anomalías: Para identificar comportamientos atípicos se escogió el algoritmo Isolation Forest. La elección frente a otras alternativas como One-Class SVM o LOF se basó en dos razones prácticas: funciona sin necesidad de datos etiquetados y maneja bien conjuntos de alta dimensionalidad, como suelen ser los logs de correo. Su principio es aislar los puntos que se alejan del comportamiento habitual, que son precisamente los que merecen atención.

Visualización y Validación: Los resultados del modelo se integraron en tableros interactivos de Kibana, con filtros temporales y patrones de índice que facilitan el seguimiento dinámico de los eventos. La evaluación del sistema se realizó con métricas de Precisión, Recall y F1-Score, complementadas con el Índice de Silhouette, que indica qué tan separados quedan los eventos normales de los anómalos en el espacio de características.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema procesó sin problemas los 146.448 registros de logs recolectados. Filebeat demostró ser una elección acertada como agente de transporte: la indexación en Elasticsearch se mantuvo en tiempo real con un consumo mínimo de CPU y memoria, algo que la herramienta anterior (GrepLog) no podía ofrecer por su incompatibilidad con el entorno actual.

En la fase de preprocesamiento, los datos tomaron una forma usable, aunque los resultados también dejaron ver un margen de mejora. De una muestra de 3.713 eventos, 2.178 quedaron clasificados como UNKNOWN, lo que apunta a que los scripts de limpieza aún no capturan bien ciertos formatos no estándar que genera el servidor MDaemon. Dicho esto, la normalización de los campos más críticos —direcciones IP y marcas temporales— funcionó correctamente, lo que permitió cumplir con los requisitos de trazabilidad que exigen los estándares internacionales.

Las métricas de Precisión, Recall y F1-Score confirmaron que el algoritmo Isolation Forest funciona de manera confiable con datos de ciberseguridad no etiquetados. Durante el periodo de prueba, todos los eventos analizados resultaron clasificados como normales, lo que refleja que no hubo incidentes ni ataques detectables en esa ventana de tiempo. Lejos de ser un resultado neutro, esto tiene valor: demuestra que el modelo puede establecer una línea base de comportamiento estable, lo cual es el punto de partida necesario para identificar desviaciones en el futuro.

Visualización e Impacto Normativo: Los tableros desarrollados en Kibana combinan gráficos de frecuencia temporal con distribuciones por tipo de evento, lo que da una imagen clara del comportamiento del servidor en cualquier momento. Esto no es solo una ventaja operativa: permite a la empresa GET acreditar el cumplimiento de los Artículos 58, 62 y 83 de la Resolución 128 del MINCOM, que exigen revisar periódicamente los registros, controlar las conexiones remotas y mantener capacidad de auditoría. El hecho de que estos controles puedan ejecutarse de forma automática acorta de manera importante los tiempos de reacción frente a lo que era posible con los métodos anteriores.

CONCLUSIONES

Con este trabajo se logró el objetivo planteado: sustituir un proceso de análisis manual, lento y propenso a errores por un sistema automatizado que opera de forma continua y genera resultados fiables. La combinación del proceso KDD con la arquitectura ELK (particularmente Filebeat y Elasticsearch) demostró ser viable incluso en entornos con recursos limitados, donde instalar soluciones comerciales de mayor envergadura no es una opción. El algoritmo Isolation Forest se confirmó como una herramienta útil para este tipo de escenario: detecta comportamientos atípicos sin necesidad de datos históricos etiquetados, lo que simplifica considerablemente su puesta en marcha. Por su parte, los tableros de Kibana no solo facilitan la toma de decisiones, sino que aportan la trazabilidad documental que la entidad necesita para responder ante auditorías y hacer frente a amenazas sin improvisar.

BIBLIOGRAFÍA

Almgren, M., Hult, M. & Lindqvist, U. 2021. Log analysis for security and compliance: A practical guide. Springer.

Buczak, A. L. & Guven, E. 2016. "A survey of data mining and machine learning methods for cybersecurity intrusion detection". IEEE Communications Surveys & Tutorials, 18(2): 1153–1176.

Chandola, V., Banerjee, A. & Kumar, V. 2009. "Anomaly detection: A survey". ACM Computing Surveys, 41(3): 1-58.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. & Smyth, P. 1996. "The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data". Communications of the ACM, 39(11): 27-34.

Guézo, L. & Canali, D. 2024. 2024 State of the Phish. Proofpoint, Inc.

Liu, F. T., Ting, K. M. & Zhou, Z. H. 2008. "Isolation Forest". Eighth IEEE International Conference on Data Mining.

Ministerio de las Comunicaciones (MINCOM). 2019. Resolución 128: Reglamento de Seguridad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Cuba.

National Institute of Standards and Technology (NIST). 2020. Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. Special Publication 800-53 Revision 5.

National Institute of Standards and Technology (NIST). 2023. Guide to Computer Security Log Management (SP 800-92).

Pedregosa, F. et al. 2011. "Scikit-learn: Machine Learning in Python". Journal of Machine Learning Research, 12: 2825-2830.

Python Software Foundation. 2023. Python 3.11 Documentation. Disponible en: https://docs.python.org/3/.

Zhu, X. et al. 2020. "Anomaly detection in cybersecurity logs using deep learning". IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 15: 1234-1245.

MODELACIÓN ESTADÍSTICO MATEMÁTICA DEL CRECIMIENTO DE MATERIALES VEGETALES DE TITHONIA DIVERSIFOLIA

STATISTICAL-MATHEMATICAL MODELING OF THE GROWTH OF PLANT MATERIALS OF TITHONIA DIVERSIFOLIA

Yolaine Medina Mesa*, Magaly Herrera Villafranca, Verena Torres Cárdenas, Tomás Elías Ruiz Vázquez, Yaneilys García Avila, Mildrey Torres Martinez

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.
**Autor para correspondencia: yolainemedina91@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue modelar el crecimiento de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia*. Los materiales utilizados se recolectaron durante la temporada de lluvias. Se utilizaron datos de un experimento desarrollado por el Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal. Se empleó un diseño de bloques aleatorizados con tres réplicas y ocho muestreos cada 14 días para analizar el experimento. La variable que se seleccionó para el estudio fue la altura de la planta (cm). Se evaluaron modelos lineales y no lineales, y se consideraron siete criterios estadísticos para seleccionar el que presentaba el mejor ajuste. Los modelos evaluados explicaron valores de R^2aj mayores del 90%, lo que demuestra la alta variabilidad presente en los datos. Para la variable en estudio el modelo Gompertz fue el que presentó mayor integridad en los criterios estadísticos para los materiales vegetales 17 y 24, sin embargo, para el material vegetal 23 fue el Logístico. En el estudio se evidenció que los modelos no lineales Gompertz y Logístico fueron los que mejor explicaron el crecimiento de los materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* utilizados en esta investigación.

Palabras clave: modelos, bondad de ajuste, criterios estadísticos

ABSTRACT

The objective of this research was to model the growth of *Tithonia diversifolia* plant materials. The materials used were collected during the rainy season. Data from an experiment developed by the Pasture and Forage Department of the Institute of Animal Science were used. A randomized block design with three replicates and eight samples every 14 days was used to analyze the experiment. The variable selected for the study was plant height (cm). Linear and nonlinear models were evaluated, and seven statistical criteria were considered to select the one with the best fit. The evaluated models explained R^2 values greater than 90%, demonstrating the high variability present in the data. For the variable under study, the Gompertz model showed the greatest fit according to the statistical criteria for plant materials 17 and 24; however, for plant material 23, the Logistic model was the best fit. The study showed that the nonlinear Gompertz and Logistic models were the ones that best explained the growth of the *Tithonia diversifolia* plant materials used in this research.

Keywords: models, goodness of fit, statistical criteria

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la producción de pastos y forrajes constituye una fuente de alimentación fundamental para el ganado con vistas a incrementar la producción de leche y carne. Es allí donde los forrajes, como la *Tithonia diversifolia* o "botón de oro", se perfilan como alternativa que se puede emplear para la producción en la búsqueda de reemplazar y reducir la dependencia de alimentos concentrados con alto costo en el mercado. Según Gallego *et al.,* (2014) esta especie posee buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en la alimentación animal.

La aplicación de la modelación estadístico - matemática a través de métodos estadísticos descriptivos e inferenciales, constituye una importante herramienta para la solución de problemas que pueden presentarse en los procesos de investigación (Vázquez *et al.,* 2011; Chávez *et al.,* 2013). En los estudios agropecuarios se emplea con frecuencia con el fin de buscar relaciones entre dos o más variables. En Cuba, esta técnica fue previamente utilizada en la rama animal (Torres *et al.,* 2001). Sin embargo, en las investigaciones con plantas, específicamente en la evaluación de pastos, los trabajos fueron desarrollados con posterioridad.

El empleo de modelos matemáticos para la predicción del crecimiento y el rendimiento de los pastos constituye uno de los métodos estadísticos de gran aplicabilidad para caracterizar de forma continua su crecimiento. La utilización e interpretación de estas técnicas permiten conocer el comportamiento y desarrollo de los sistemas productivos (Pan *et al*., 2018). Es por ello que el uso de la modelación estadístico matemática resulta de gran utilidad para el estudio de sistemas, con el fin de definir las estrategias de manejo y mejorar la toma de decisiones.

Objetivo: Modelar el crecimiento de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se recopiló información de bases de datos proveniente de investigaciones desarrolladas durante el año 2017 en el área experimental Zaldívar "Miguel Sistach Naya" perteneciente al departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal. Se conformó una matriz de datos en Microsoft Excel (2013) con la información correspondiente a tres materiales vegetales (17, 23 y 24) de *Tithonia diversifolia* recolectados en la provincia Granma, integrantes del grupo que mostró indicadores de crecimiento adecuados de las diferentes variables estudiadas por Ruiz *et al*., (2018; 2021). La variable que se seleccionó para el estudio fue la altura de la planta (cm). Las mediciones se realizaron cada 14 días durante 18 semanas en el período lluvioso (30, 44, 58, 72, 86, 100, 114 y 128 días).

Se emplearon modelos de regresión lineal y no lineal para conocer el comportamiento de la variable en estudio en relación con la edad de la planta, cuyas expresiones se muestran a continuación:

✓ **Modelos de regresión lineal:**

Lineal $$y_{(t)} = a + bt + \varepsilon$$

Polinomial de 2do orden $$y_{(t)} = a + bt + ct^2 + \varepsilon$$

✓ **Modelos de regresión no lineal:**

Logístico $$y_{(t)} = \frac{a}{(1 + be^{-ct})} + \varepsilon$$

Gompertz $$y_{(t)} = ae^{-be^{-ct}} + \varepsilon$$

Exponencial $$y_{(t)} = ae^{bt} + \varepsilon$$

donde:

$y_{(t)}$: variable dependiente en función de t

a, b y c: parámetros de los modelos

t: variable independiente y representa el tiempo medido en días

ε: error aleatorio, normalmente distribuido con media cero y varianza constante.

Para la selección del modelo con mejor bondad de ajuste a los datos, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios estadísticos publicados por Guerra *et al.* (2003) y Torres *et al.* (2012):

✓ Coeficiente de determinación (R^2)
✓ Coeficiente de determinación ajustado (R^2aj)
✓ Cuadrado medio del error (CME)
✓ Error Estándar de estimación (EE estimac)
✓ Media Absoluta del error (MAE)
✓ Significación de los parámetros del modelo
✓ Dócima de Durbin-Watson (DW)

Para el procesamiento de la información se utilizaron los softwares estadísticos InfoStat (Di Rienzo *et al*., 2012) con el fin de conocer los valores iniciales de los parámetros y sus valores de probabilidad y para la selección adecuada del modelo de mejor bondad de ajuste el Statgraphics Plus (Anon, 1995) por aportar mayor cantidad de criterios estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presentan los resultados de los criterios estadísticos y parámetros de los modelos que describen la relación entre la edad y la altura de la planta para los materiales vegetales 17, 23 y 24 en el período lluvioso. Los modelos evaluados explicaron la alta variabilidad presente en los datos con valores superiores al 90%. Al analizar la significación de los parámetros se observó que en los modelos no lineales Gompertz, Logístico y Exponencial todos fueron estadísticamente significativos, con excepción del parámetro "c" del modelo de Gompertz para el material vegetal 23, sin embargo, en los modelos lineales al menos un parámetro fue no significativo, por lo que estos últimos modelos no se consideran los más adecuados para describir el comportamiento de la altura de la planta en esta investigación.

Tabla 1. Modelos ajustados entre la edad y la altura de la planta para los materiales vegetales 17, 23 y 24.

Materiales vegetales	Criterios Modelos	R^2 (%)	R^2aj (%)	CME	EE estimac	MAE	DW	Parámetros, EE y Signif.		
								a	b	c
17	Lineal	95,85	95,15	285,50	16,90	11,92	1,38	32,42 ±15,53 p=0,0819	15,34 ±1,30 p=0,0000	
	Cuadrático	97,52	96,53	204,39	14,30	10,59	2,06	-18,28 ±30,55 p=0,5757	26,49 ±6,17 p=0,0077	-0,51 ±0,2801 p=0,1254
	Gompertz	**97,22**	**96,11**	**229,30**	**15,14**	**11,00**	**2,03**	**335,19 ±40,71 p=0,0005**	**2,73 ±0,59 p=0,0042**	**0,16 ±0,05 p=0,0159**
	Logístico	96,58	95,22	281,80	16,79	11,87	1,91	310,60 ±28,61 p=0,0001	7,24 ±2,58 p=0,0300	0,25 ±0,06 p=0,0085
	Exponencial	90,54	88,97	650,01	25,50	16,21	0,90	86,76 ±12,91 p=0,0006	0,07 ±0,01 p=0,0005	
23	Lineal	94,51	93,59	417,11	20,42	15,63	2,20	36,90 ±18,78 p=0,0970	16,01 ±1,58 p=0,0001	
	Cuadrático	95,54	93,75	406,59	20,16	12,88	2,40	-4,90 ±43,08 p=0,9139	25,21 ±8,70 p=0,0338	-0,42 ±0,39 p=0,3316

	Gompertz	95,02	93,03	453,82	21,30	14,15	2,28	382,21 ±83,50 p=0,0071	2,46 ±0,64 p=0,0059	0,14 ±0,06 p=0,0691
	Logístico	**94,36**	**92,10**	**514,08**	**22,67**	**15,37**	**2,15**	**352,42 ±57,80 p=0,0023**	**6,08 ±2,44 p=0,0327**	**0,21 ±0,07 p=0,0332**
	Exponencial	90,04	88,38	756,53	27,51	20,68	1,59	92,34 ±13,98 p=0,0006	0,07 ±0,01 p=0,0005	
24	Lineal	96,14	95,50	227,82	15,09	10,33	1,63	51,72 ±13,88 p=0,0098	14,23 ±1,16 p=0,0000	
	Cuadrático	98,33	97,67	117,98	10,86	7,52	2,47	-2,05 ±23,21 p=0,9332	26,06 ±4,68 p=0,0026	-0,54 ±0,21 p=0,0503
	Gompertz	**98,06**	**97,28**	**137,42**	**11,72**	**8,28**	**2,35**	**333,20 ±31,77 p=0,0002**	**2,37 ±0,39 p=0,0013**	**0,16 ±0,04 p=0,0080**
	Logístico	97,54	96,55	174,51	13,21	9,55	2,15	313,84 ±24,42 p=0,0001	5,51 ±1,46 p=0,0096	0,23 ±0,05 p=0,0047
	Exponencial	90,96	89,45	533,42	23,10	14,97	1,12	98,38 ±12,47 p=0,0002	0,06 ±0,009 p=0,0004	

Al evaluar los criterios estadísticos para la selección de la bondad de ajuste de los modelos, se observó que para el material vegetal 17 y 24 el Gompertz fue el que mejor describió este comportamiento al presentar menor CME, EE de estimación y MAE, lo cual repercutió en los elevados valores de significación de sus parámetros. Además, este modelo fue el que presentó mayor valor del estadístico DW. Este estadístico proporciona información sobre el grado de independencia existente entre los residuos, que es otro de los requisitos que indica que el modelo presenta un buen ajuste.

También se observó que el parámetro "c" en ambos materiales vegetales obtuvo un valor de 0,16. Este parámetro indica el tiempo que necesita la planta para alcanzar determinada etapa del crecimiento. En este sentido, Villegas *et al.*, (2014) plantean que este parámetro se relaciona con la tasa intrínseca de crecimiento y muestra la velocidad de crecimiento para alcanzar el desarrollo pleno del cultivo, además, es un indicativo de su desarrollo precoz, pues cuanto mayor sea este valor de *"c",* más rápido el pasto alcanza su desarrollo (Rodríguez, 2015).

Ruiz *et al.* (2012) evaluaron el crecimiento de la colecta 10 de *Tithonia diversifolia* y encontraron que el modelo Gompertz fue el de mejor ajuste a los datos para esta misma variable. Estudios realizados por Medina (2022) donde evaluó el material vegetal 12 encontró que este mismo modelo fue el de mejor comportamiento.

En el caso del material vegetal 23 el modelo que mejor describió la relación entre la edad y la altura de la planta a partir de los criterios estadísticos fue el Gompertz, sin embargo, no se seleccionó porque el parámetro "c" fue no significativo y por lo tanto carece de interpretación biológica. Es por ello, que se elige el Logístico por la integridad en todos los criterios estadísticos evaluados.

CONCLUSIONES

Los modelos no lineales Gompertz para el material vegetal 17 y 24 y el Logístico para el material 23 fueron los que mejor explicaron la dinámica de crecimiento de la *Tithonia diversifolia*.

BIBLIOGRAFÍA

Anon. 1995. Software estadístico Statgraphics Plus. versión 5.1 sobre Windows.

Chávez, E.D., Sabín, R.Y., Toledo, D.V. y Jiménez, Á.Y. 2013. La Matemática: una herramienta aplicable a la Ingeniería Agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3): 81-84. *versión On-line.* ISSN 2071-054.

Di Rienzo, J.A., Balzarini, M., Casanoves, F., González, L., Tablada, M., Guzmán, W. y Robledo, C.W. 2012. InfoStat, versión 2012. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Gallego, L., Mahecha, L. y Angulo, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam*., 25(2): 393-403. ISSN: 2215-3608.

Guerra, C.W., Cabrera, A. y Fernández, L. 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(3): 3-10. ISSN: 0034-7485

Medina, Y. 2022. Modelación estadística-matemática de la dinámica de crecimiento de *Tithonia diversifolia* en el período lluvioso. Tesis de Maestría en Biomatemática. Universidad Agraria de La Habana. Cuba.

Microsoft Excel versión 2013. Microsoft Corporación. USA.

Pan, A., Mazón, B.E., Serrano, B., Serrano, B., Escudero, C., Loor, C., Rivero, D., Villaseñor, D., Hernández, D.L., Tusa, E.A., Rodríguez, I., Ramírez, I., Tinoco, R., Berrezueta, S. 2018. Análisis de Datos Agropecuarios. Primera edición. Editorial Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Digital. ISBN: 978-9942-24-120-7.

Rodríguez, L. 2015. Modelación y simulación de la producción de biomasa de *Pennisetum purpureum* Schum vc. King Grass y su aplicación en la alimentación animal. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.

Ruiz, T.E., Torres, V., Febles, G., Díaz, H., Sarduy, L. y González, J., 2012. Use of modeling for studying the growth of Tithonia diversifolia collection 10. Cuban Journal of Agricultural Science, 46(3): 237-242.

Torres, V., Barbosa, I., Meyer, R., Noda, A., y Sarduy, L. 2012. Criteria of goodness of fit test in the selection of non-linear models for the description of biological performances. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(4): 345-350.

Torres, V., Ortiz, J., Crespo, G., Rodríguez, I. y Mederos, R.E. 2001. Simulación del balance anual en Sistemas de Pastoreo Bovino. VI Reunión Regional de Biometría. Costa Rica.

Vázquez, A.Y., Guerra, B.C.W. y Sánchez, L.O.E. 2011. Modelación Estadístico-Matemática para el estudio de la sostenibilidad socioeconómica en el sector agrícola-pecuario del municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(4): 69-74. Versión *On-line* ISSN 2071-0054.

Villegas, D.A., Valbuena, N. & Milla, M.E. 2019. Applied models evaluation to dry matter production of *Brachiaria brizantha* in rainy season. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 36(1): 33-45: doi: http://dx.doi.org/10.22267/rcia.193601.96.

INTERJOVEN

SECCIÓN

Experiencias de Entidades de Ciencia y Tecnología en la formación y capacitación de los jóvenes del sector agropecuario



JÓVENES INVESTIGADORES EN EL SECTOR AGROPECUARIO CUBANO: FORMACIÓN, INSERCIÓN CIENTÍFICA Y RECONOCIMIENTO PROFESIONAL

YOUNG RESEARCHERS IN THE CUBAN AGRICULTURAL SECTOR: TRAINING, SCIENTIFIC INTEGRATION AND PROFESSIONAL RECOGNITION

María Felicia Díaz Sánchez*, Bárbara Rodríguez Sánchez, Sandra Lok Mejías, Zoraya Rodríguez Alonso y Rafael Rodríguez Hernández

Instituto de Ciencia Animal (ICA), Cuba.

**Autor para correspondencia: mdiaz@ica.edu.cu*

RESUMEN

La conferencia analiza las potencialidades y oportunidades del proceso de formación de posgrado y del sistema de ciencia, tecnología e innovación para jóvenes del sector agropecuario en Cuba. Se presenta la experiencia y ofertas del Instituto de Ciencia Animal (ICA) con programas de posgrados de excelencia y resultados concretos de participación y formación de jóvenes en el marco de proyectos de I+D+i. Se destaca la articulación territorial en Mayabeque con la UNAH, CENSA, INCA y la Empresa Interfaz. El modelo de gestión del ICA se sostiene en cuatro pilares: formación académica, inserción en proyectos de I+D+i, servicios científico-técnicos y vinculación laboral-social. La combinación de un nuevo marco legal que facilita el acceso a la formación, la gestión de las entidades de ciencia e innovación y universidades, la existencia de un sistema estructurado de categorización científica y la experiencia demostrada de incorporación de jóvenes a proyectos y redes de investigación, configura un escenario propicio y coherente. Los jóvenes graduados de carreras agropecuarias en Cuba tienen hoy vías claras, priorizadas y formalmente reconocidas no sólo para lograr una formación posgraduada de alto nivel, sino también para legitimar y escalar su desempeño dentro del sistema de ciencia e innovación del país, desde sus estudios hasta la práctica investigativa y el reconocimiento científico formal, con un impacto directo en el desarrollo económico y social a nivel nacional y territorial.

Palabras clave: jóvenes, investigación, formación, desarrollo agrario

ABSTRACT

This conference analyzes the potential and opportunities of postgraduate training and the science, technology, and innovation system for young people in the agricultural sector in Cuba. It presents the experience and offerings of the Institute of Animal Science (ICA) with its excellent postgraduate programs and concrete results of youth participation and training within the framework of projects. The territorial collaboration in Mayabeque with UNAH, CENSA, INCA, and the Interfaz Company is highlighted. The ICA's management model rests on four pillars: academic training, participation in projects, scientific and technical services, and labor and social engagement. The combination of a new legal framework that facilitates access to training, the

management of science and innovation entities and universities, the existence of a structured system of scientific categorization, and the proven experience of incorporating young people into research projects and networks, creates a favorable and coherent scenario. Young graduates of agricultural programs in Cuba now have clear, prioritized, and formally recognized pathways not only to achieve high-level postgraduate training, but also to legitimize and advance their performance within the country's science and innovation system, from their studies to research practice and formal scientific recognition, with a direct impact on economic and social development at the national and regional levels.

Keywords: youth, research, training, agricultural

PANORAMA ACTUAL Y NOVEDADES NORMATIVAS

Contexto favorable: En Cuba, la educación de posgrado (maestrías, doctorados, especialidades) es el nivel más alto del sistema educativo, diseñada para formar profesionales capaces de resolver problemas productivos y contribuir a la soberanía alimentaria.

Facilitador clave: El Acuerdo 10239/2025 del Consejo de Ministros ha eliminado barreras significativas. Ahora, los profesionales en etapa de preparación para el empleo (jóvenes recién graduados) pueden cursar estudios de posgrado, priorizando a los menores de 35 años y a aquellos que laboran en sectores estratégicos como la producción de alimentos y energía

LA OFERTA DE EXCELENCIA DEL INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL (ICA)

El ICA, ubicado en Mayabeque, se destaca en el sistema de ciencia e innovación nacional por su "Programa de Superación y Postgrado" de alto nivel, avalado por la Junta de Acreditación Nacional.

Programas Acreditados:

- ✓ Doctorado: Categoría Excelencia en Producción Animal y un programa único en Estadística Aplicada a las ciencias.
- ✓ Maestría: Programa consolidado y de Excelencia en Producción Animal Tropical.
- ✓ Especialidad: Aprobada en el 2025 la Especialidad en Producción Pecuaria, orientada a vincular directamente a productores y técnicos con la ciencia aplicada.

INCORPORACIÓN DE LOS JÓVENES AL SISTEMA DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de los jóvenes se enmarca en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación cubano, actualmente regulado por la extensión hasta diciembre de 2028 de todos los Programas Nacionales, Sectoriales y Territoriales de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esta decisión del CITMA garantiza:

- ✓ Estabilidad y continuidad: Los proyectos actuales continúan y se asegura que no habrá ruptura, sino un tránsito ordenado hacia la nueva Estrategia Nacional de CTI .
- ✓ Posibilidad de nuevas convocatorias: Los programas que lo consideren necesario pueden abrir nuevas convocatorias de proyectos, cuya fecha de cierre no debe ser posterior a diciembre de 2028, lo que abre oportunidades para que los jóvenes investiguen en nuevas líneas.

Una de las experiencias más consolidadas en el ICA para la formación científica de los jóvenes es su inserción activa en el Sistema de Programas y Proyectos de Investigación. Esta participación no es un añadido, sino un pilar de su desarrollo profesional que articula formación, producción científica y servicio social.

- ✓ Proyectos de impacto territorial: Un ejemplo es la participación de jóvenes del ICA en un proyecto innovador para combatir el cambio climático en Mayabeque (Mitigación de la contaminación ambiental por la utilización de subproductos y residuos agroindustriales para la producción de alimentos, por sus siglas MICA), que integra metodologías de ciencia aplicada y colaboración interinstitucional.
- ✓ Colaboración internacional: La Red de Jóvenes Investigadores "José Luis García Cuevas" del Ministerio de Educación Superior (MES) trabaja en la inserción de jóvenes en proyectos de colaboración internacional, incorporación a redes académicas y científicas globales, así como becas y pasantías para sus miembros. El ICA es parte activa de esta red.

Actualmente tenemos jóvenes en formación doctoral en entidades de México y Chile y tenemos experiencias exitosas de pasantías durante el proceso de formación posgraduada en los países anteriormente mencionados y otros como Uruguay, Colombia, Brasil, Canadá, Argentina, Italia y España.

Proyectos concretos con impacto productivo en Mayabeque: Proyecto: “Implementación de sistemas de alimentación alternativa para la mejora de la Producción porcina en Mayabeque” donde reservas científicas del ICA, participan en la producción y evaluación de alimentos no convencionales en cerdos, gallinas, pollos y patos, en sustitución de maíz y soya (materias primas importadas).

EL CONSEJO CIENTÍFICO JUVENIL DEL ICA: UNA ESTRUCTURA PIONERA

Creación y propósito: Fundado en 1994, el Consejo Científico Juvenil del ICA es un espacio institucionalizado donde los jóvenes investigadores intercambian ideas, inquietudes y realizan seguimiento a sus proyectos.

Los jóvenes reciben formación científica continua y se retroalimentan con profesionales de amplia calificación (másteres y doctores), emprendiendo nuevas maneras de investigar y hacer. En el desarrollo de tesis de maestría o doctorado, los aspirantes cuentan con la asesoría de un

equipo multidisciplinario constituido por veterinarios, biomédicos, biólogos, agrónomos, mecánicos, hidráulicos, economistas y otros especialistas.

EL EVENTO INTERJOVEN: UN ESPACIO DE SOCIALIZACIÓN CIENTÍFICA

Creación y alcance: Como resultado del impacto del Consejo Científico Juvenil, surgió el evento INTERJOVEN, que reúne a los jóvenes investigadores de la rama agropecuaria. Este evento se ha extendido fuera de los predios del ICA y ha aglutinado el trabajo de jóvenes investigadores de Venezuela, Angola, Brasil, Argentina, México, Haití, Ecuador y Colombia, naciones que cada dos años muestran en Cuba las directrices y logros de su labor.

EL PROCESO DE CATEGORIZACIÓN CIENTÍFICA: RECONOCIMIENTO A LA TRAYECTORIA DEL JOVEN INVESTIGADOR

Un elemento distintivo del sistema cubano es la posibilidad de que los profesionales obtengan categorías científicas como reconocimiento formal a su labor investigativa, más allá de los títulos académicos obtenidos. Este proceso es altamente relevante para los jóvenes graduados agropecuarios, pues legitima su incorporación al sistema de ciencia e innovación.

Marco Regulatorio y Jerarquías:

El proceso se rige actualmente por la Resolución 171/2023 del CITMA, la cual establece los requisitos y procedimientos para la categorización de investigadores. Las categorías se estructuran en una pirámide que permite un crecimiento profesional progresivo:

Categoría Perfil del Investigador Relevancia para Jóvenes

- ✓ Aspirante a Investigador Nivel inicial; profesionales graduados que se inician en la actividad científica. Punto de entrada ideal para jóvenes tras culminar maestría o durante el doctorado.
- ✓ Investigador Agregado Nivel intermedio; investigador con resultados relevantes en su campo. Meta alcanzable tras un período de producción científica post-doctorado.
- ✓ Investigador Auxiliar Nivel superior; requiere haber alcanzado el grado científico de Doctor en Ciencias. Objetivo a mediano plazo para doctores jóvenes.
- ✓ Investigador Titular Nivel superior; más alto grado de la carrera investigativa. Reconocimiento a una trayectoria consolidada de alto impacto.

Requisitos y Evaluación (Resolución 171/2023):

Para obtener o ascender en estas categorías, los profesionales deben presentar un expediente que acredita sus méritos, generalmente de los últimos cinco años. Entre los aspectos evaluados se incluyen:

- ✓ Estudios de grado y posgrado (maestrías, doctorados, especialidades).
- ✓ Resultados científicos obtenidos (publicaciones, patentes).
- ✓ Participación en eventos científicos y actividad docente.
- ✓ · Exámenes de idioma extranjero y de problemas sociales de la ciencia y la tecnología.
- ✓ Distinciones y membresías en sociedades científicas.

ARTICULACIÓN CON EL TERRITORIO (MAYABEQUE)

El ICA, como parte del Complejo Científico, Docente y Productivo de Mayabeque, de conjunto con la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y la Empresa Interfaz de Mayabeque (ECM) multiplican y diversifican las opciones para la superación de graduados agropecuarios nacionales y extranjeros. Así como, la capacidad de ofertas integrales de capacitación y servicio científico técnico para el sector productivo.

MODELO DE GESTIÓN DESDE LA INNOVACIÓN

El modelo del Instituto se sostiene en tres pilares funcionales, ahora ampliados a cuatro con la incorporación de los jóvenes a proyectos:

1. Formación Académica: Cursos, diplomados y programas de posgrado (base para ingresar a la categoría de Aspirante).
2. Inserción en Proyectos de I+D+i: Participación en proyectos nacionales e internacionales (genera resultados y publicaciones, fundamentales para ascender de categoría).
3. Servicios Científico-Técnicos: Asesoría directa y transferencia de tecnologías a productores y cooperativas.
4. Vinculación laboral y social: La formación y la investigación están diseñadas para resolver problemas reales de la producción pecuaria, con alto valor social evaluado en las categorizaciones.

PERSPECTIVAS Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS

Para los Jóvenes: Se recomienda planificar su carrera científica integrando posgrado, proyecto de investigación y preparación del expediente de categorización desde el inicio. La participación en el Consejo Científico Juvenil del ICA o en redes como la del MES, es una vía probada para acelerar este proceso.

Para el Sistema (ECTI/Universidades/CITMA): La "Mirada desde la Ciencia" implica:

- ✓ Ajustar los programas de posgrado a las demandas de los Programas Nacionales, Sectoriales y Territoriales.
- ✓ Acompañar al joven investigador en la confección de su expediente de categorización.
- ✓ Aprovechar la extensión de los programas hasta 2028 para abrir nuevas convocatorias de proyectos dirigidas específicamente a jóvenes.
- ✓ Fortalecer eventos como INTERJOVEN y otros espacios de socialización y formación de redes.

CONCLUSIÓN

La combinación de un nuevo marco legal que facilita el acceso a la formación, sumado a la gestión de excelencia del ICA, CENSA, INCA y la UNAH, a la existencia de un sistema estructurado de categorización científica y a una experiencia demostrada de incorporación de jóvenes a proyectos y redes de investigación, configura un escenario propicio y coherente. Los jóvenes graduados de carreras agropecuarias en Cuba tienen hoy vías claras, priorizadas y formalmente reconocidas no sólo para lograr una formación posgraduada de alto nivel, sino también para legitimar y escalar su desempeño dentro del sistema de ciencia e innovación del país, desde sus estudios hasta la práctica investigativa y el reconocimiento científico formal, con un impacto directo en el desarrollo económico y social a nivel nacional y territorial.

INTERJOVEN

PARTICIPACIÓN DE MUJERES Y JÓVENES EN LA TRANSFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS LOCALES. CONTRIBUCIÓN DE LA EEPF INDIO HATUEY

PARTICIPATION OF WOMEN AND YOUTH IN THE TRANSFORMATION OF LOCAL FOOD SYSTEMS. CONTRIBUTION OF THE EEPF INDIO HATUEY

Saray Sánchez Cárdenas, Mildrey Soca Pérez,
Luis Alberto Hernández Olivera, Yuvan Contino Esquijerosa

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba.

**Autor para correspondencia:sary2008@gmail.com*

RESUMEN

La atención a las mujeres y a los jóvenes por su rol central como garantes de la soberanía alimentaria, forman parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de la Agenda 2030, sin embargo, aún persisten desafíos en cuanto a su participación y valorización dentro de los sistemas alimentarios. En este contexto, la EEPF Indio Hatuey, cuenta con una estrategia de género y juventud para promover su participación activa al generar oportunidades y opciones, de forma tal, que se impliquen en el desarrollo de sistemas alimentarios locales que tributen a la soberanía alimentaria. Cómo resultados, de dicha estrategia, la institución desde su creación, ha puesto en marcha numerosas iniciativas, que buscan fortalecer territorios y sujetos locales, con creciente énfasis en la mujer y las poblaciones jóvenes, entre las que se encuentran: establecer sinergias con los proyectos nacionales e internacionales, para crear espacios de capacitación para los productores y profesionales de los sectores estratégicos, en particular en la creación de capacidades en mujeres y jóvenes menores de 40 años como ente trasformador del entorno agrario, creación de espacios participativos, que promuevan efectivamente la participación y el involucramiento activo de los sujetos sociales en los espacios públicos y privados, fortalecimiento de formas de gestión territorial que respeten la diversidad y la inclusión social, promoción de buenas prácticas agroecológicas en territorios rurales para brindar atención integral a mujeres y jóvenes de la agricultura familiar y campesina, fomentar lazos intergeneracionales para reducir la brecha en la apropiación de nuevas tecnologías y ampliar el acceso a la superación contextualizada y la educación continua. En sentido general, se considera que la institución, en su accionar ha contribuido a impulsar eficientemente la soberanía alimentaria, sobre la base de la justicia y la sostenibilidad, con el rol protagónico y efectivo de mujeres y jóvenes como agentes indispensables de transformación en este proceso.

Palabras clave: soberanía alimentaria, género, ciencia, innovación.

ABSTRACT

Attention to women and youth, given their central role as guarantors of food sovereignty, is part of the Sustainable Development Goals and the 2030 Agenda. However, challenges remain regarding their participation and empowerment within food systems. In this context, the Indio Hatuey Agricultural Production Unit (EEPF) has a gender and youth strategy to promote their

active participation by creating opportunities and options that enable them to become involved in the development of local food systems that contribute to food sovereignty. As a result of this strategy, the institution, since its creation, has launched numerous initiatives that seek to strengthen territories and local actors, with a growing emphasis on women and young people. These initiatives include: establishing synergies with national and international projects to create training spaces for producers and professionals in strategic sectors, particularly in building the capacity of women and young people under 40 as agents of transformation in the agricultural environment; creating participatory spaces that effectively promote the participation and active involvement of social actors in public and private spaces; strengthening forms of territorial management that respect diversity and social inclusion; promoting good agroecological practices in rural territories to provide comprehensive care to women and young people in family and peasant agriculture; and fostering intergenerational ties to reduce the gap in the appropriation of new technologies and expand access to contextualized professional development and continuing education. In general, the institution is considered to have contributed effectively to promoting food sovereignty through its actions, based on justice and sustainability, with the leading and effective role of women and young people as indispensable agents of transformation in this process.

Key words: food sovereignty, gender, science, innovation.

INTERJOVEN

INTERJOVEN 2026

XI ENCUENTRO INTERNACIONAL DE
JÓVENES AGROPECUARIOS





JÓVENES COMPROMETIDOS CON EL MEDIO AMBIENTE,

la innovación, equidad y sostenibilidad de los
Sistemas Agropecuarios



MEMORIAS

DEL CONGRESO

- SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADEROS RESILIENTES
- BIOESTADÍSTICA, BIOINFORMÁTICA Y ECONOMETRÍA EN LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS
- SISTEMAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES, BIODIVERSOS Y EQUITATIVOS
- MEDIO AMBIENTE, SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA, AGROTURISMO Y DESARROLLO TERRITORIAL



Hotel Meliá Internacional Varadero
Varadero, Cuba

4 al 7 de junio de 2026

INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL
ICA