

Agroecosistemas

Revista para la transformación agraria sostenible

• Volumen 11 • Número 2 • Mayo-Agosto • 2023



CETAS

Centro de Estudios para la
**cultivando el presente
para un futuro sostenible**





CONSEJO EDITORIAL

Director (a)

Dr. C. Annette Lourdes Padilla Gómez

Editor (a)

MSc. Amarilys Suárez Alfonso

Consejo Científico Asesor

Dr. C. Juan Manuel García Bacallao, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Minerva Almogoea, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Mayda Bárbara Álvarez, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Nelson Castro Perdomo, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Lazaro Ojeda Quintana, Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

DrC. Fernando Carlos Agüero, Contreras Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cuba

Dr. C. Yoel Beovides García, Instituto Nacional de Investigaciones Viandas Tropicales, Cuba.

DrC. Sergio Rodríguez Rodríguez, Universidad de Granma, Cuba

Dr. C. Misterbino Borges García, Universidad de Granma, Cuba

DrC. Sergio Pérez Pérez, Universidad de Granma, Cuba

Dr. C. Marcos Tulio García González, Universidad de Santi Spíritus. Cuba.

Dr. C. Leonides Castellanos González, Universidad Pamplona, Colombia

Dr. C. Rigoberto García Batista, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Carlos Armando Álvarez Díaz, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Irán Rodríguez Delgado, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Julio Chabla Carrillo, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Salomon Alejandro Barrezueta Unda, Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Dr. C. Telmo Palancar, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Dr. C. Ricardo Hernández Pérez, Lab. de Agrobiológico S.A de C.V., México

Dr C. Nicolás Sanchez, Universidad Intercultural Estatal Hidalgo México

Dr. C. Renato Mello Prado, Universidades Estadual Paulista, Brasil

Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

MSc. Dolores Pérez Dueñas

Traducción y redacción en Inglés

MSc. Miladys Álvarez Migueles

Diseñadora

DrC. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

Soporte Informático

Tec. Reinier Michel Viera Reinoso

Tec. Ana Ibys Torres Blanco

Editorial	5
01 Diagnóstico de buenas prácticas lecheras en vaquerías del municipio de Cumanayagua, Cienfuegos Eligia de la Caridad Cuellar-Valero y Reina Dayamí Reina Reyes	6
02 La soberanía alimentaria local en el programa agricultura urbana, suburbana y familiar. María Rosa Núñez González, Álvaro Calzada Díaz de Villegas	16
03 Grupo científico estudiantil: Una experiencia en patios y parcelas familiares de las demarcaciones Abreu y Cienegueta. Fernando Iglesias Royero, Álvaro Calzada Díaz de Villegas	23
04 Ecología Microbiana del cuerpo humano. relaciones beneficiosas y perjudiciales Orlando Gualberto Rodríguez del Rey Piña, Aida Margarita Romero Jimenez, Reina Dayamí Reina Reyes	30
05 Impacto del sistema de extensión agraria en la UBPC “San Alejo. Santa Isabel de Lajas. Jennys Mesa Sarmiento, Anabel Quintero Cabrera, Daniel Suarez Benitez, Jesús Sacerio Vidal	39
06 <i>Wasmannia Auropunctata</i> (roger, 1863) (Arthropoda: Hymenoptera: Formicidae). an annoying ant Rafael Armiñana García, Eugenia del Carmen Mora Quintana, Annette Padilla Gómez, Mairely Expósito Pérez	45
07 Hidrólisis enzimática para la obtención de Nanocristales (CNCS) a partir de residuos agroindustriales de cáscara de arroz Ricardo Hernández Pérez, Fryda Romira Martínez Candia, Rene Salgado Delgado, Alfredo Olarte Paredes, Areli Marlen Salgado Delgado, Edgar García Hernández	54
08 Planificación sostenible del manejo Postcosecha de la Caña de Azúcar. Omar Antúnez Antúnez, Yoel Betancourt Rodríguez, Anabel Quintero Cabrera, Roberto Bravo Agriel.	62
09 Concepción Ambiental-Cultural en grupos de jóvenes de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Edelvys Torres Campos, Yandi del Campo Rodríguez	69
10 Bacterias Ferruginosas en la región Noroccidental de Cuba: Una mirada para los sistemas de riego Agrícolas Juana Areli Díaz-Jauregui, Angel R. Moreira-González, Aimee Valle-Pombrol	76
11 Cambios sensoriales de la Papa Variedad Santana a temperatura de 23 °c en Frutas Selectas Andy-Gleen Cueto Herrera, Manuel E. Cortés Cortés	80
12 Los objetivos de desarrollo sostenible aplicables en la Provincia de Cienfuegos Claudia Beatriz Curbelo Capote, Lázaro Chaviano Díaz, Lilliam Melisa Curbelo Capote	89

13 Evidencia del valor de la producción orgánica: variación proximal en cultivos Convencionales y Orgánicos Christian Franco-Crespo, María José Camino, Sandra Baldeón-Báez	98
14 Análisis de tendencias y variabilidad de la precipitación en las Cuencas Noroeste del Ecuador Luis Matailo-Ramírez, Richard Omar Ramirez-Vargas, Stefany Karelis Mereci-Pinza	107
15 Comportamiento de <i>Mycosphaerella Fijensis</i> Morelet en los clones Inivit PB-2012, Inivit PV 06 30 en la finca Punta las Cuevas, municipio Cienfuegos Abel Bellas Hernández, Yhosvanni Pérez Rodríguez, Enrique Casanovas Cosio	114
16 Estado Cultural de las Costras biológicas del suelo Nayani Maroto Chang, Aida Margarita Romero Jiménez, Yandi Del Campo Rodriguez	120
17 Variaciones del contenido de materia orgánica en el suelo y su relación con algunas propiedades Físicas y Químicas Irán Rodríguez Delgado, Hipólito Israel Pérez Iglesias, Rigoberto Miguel García Batista	126
18 Novedades instructivas para la enseñanza de la Microbiología en la Carrera Educación Biología. Orlando Gualberto Rodríguez del Rey Piña, Liuvys Angarica García, Danay Dominguez Pacheco	134
19 Propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo en la Finca Maripa, Cumanayagua, Cienfuegos Yusbriel José León Valdivies, Lázaro Jesús Ojeda Quintana, Adrian Aquila Martínez, Yanoris Bernal Carrazana	141
20 Estudio del desarrollo vegetativo y el rendimiento agrícola del cultivo de frijol, ante la reducción de las actividades de preparación de suelo Álvaro Calzada Díaz de Villegas	150
21 La Evaluación de resultado de Proyectos de Inversión de Reforestación una vía para garantizar del Desarrollo Sostenible. Isleidys Gutierrez O'Bourke, Milagros de la Caridad Mata Varela, Ariam López Rosado	155
Normas de publicación	165

EDITORIAL

*Dra. C Annette Padilla Gómez*¹

E-mail: alpadilla@ucf.edu.cu

¹*Universidad de Cienfuegos*

Un creciente consenso global reconoce la quiebra del sistema agrícola y alimentario mundial. Necesitamos contemplar el sistema alimentario a través de un lente nuevo, reteniendo los elementos sostenibles, equitativos y resilientes. En vez de centrarnos en soluciones tecnológicas como la aplicación de agroquímicos, debemos reorientar la ciencia, la tecnología, las políticas, las instituciones, la capacitación y las inversiones hacia un enfoque ecológico de los sistemas agrícolas.

El Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS) contribuye a la transformación agraria en Cienfuegos y consecuentemente, a su desarrollo económico y social mediante la ejecución de proyectos de investigación y de innovación tecnológica, la extensión universitaria y la formación y superación profesional. Dicha misión está dirigida a fortalecer la gestión del desarrollo agrario con criterios de sostenibilidad que resulten de referencia nacional en esas labores. Las líneas de investigación priorizadas son: transformación agraria sostenible; programas y tecnologías apropiadas para la producción de alimentos; gestión Integrada de los recursos fitogenéticos; manejo de recursos naturales; alternativas para la lucha contra plagas, enfermedades y malezas; agroecología; recursos zoogenéticos, y nutrición y salud animal. Estudian e investigan sobre modelos de producción diversificados; sostenibilidad de los agroecosistemas y una gestión agraria que se sustente en la implementación de sistemas avanzados de información, comunicación y el conocimiento, de modo tal que logren eficiencia, sean menos contaminantes y permitan la adaptación al cambio climático. Los investigadores tienen como proyectos en desarrollo: las alternativas de producción de proteínas con insectos para la alimentación animal; evaluación de las características de costras biológicas del suelo en los municipios de la provincia de Cienfuegos, como bioindicadores para el monitoreo de procesos de degradación y de contaminación, y el diagnóstico y evaluación económica de moluscos y plagas en agroecosistemas. Imparten, además, maestrías en Agricultura Sostenible, Caña de Azúcar; Sistema de Innovación Agropecuaria Local y Producción; Biometría; Manejo Agroecológico de Plagas, e Investigación en las Ciencias Agrarias.

Del Taller Científico Internacional "XX Aniversario del CETAS", realizado en abril de 2023, se seleccionaron los mejores trabajos de sus investigadores, el volumen 11 número 2, que presenta la Revista Agroecosistemas resalta temáticas como: La soberanía alimentaria local en el programa agricultura urbana, suburbana y familiar; Ecología Microbiana del cuerpo humano. relaciones beneficiosas y perjudiciales; Impacto del sistema de extensión agraria en la UBPC "San Alejo. Santa Isabel de Lajas; Planificación sostenible del manejo Postcosecha de la Caña de Azúcar; Los objetivos de desarrollo sostenible aplicables en la Provincia de Cienfuegos; Estrategia de fortalecimiento del derecho a la alimentación en la Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional; Variaciones del contenido de materia orgánica en el suelo y su relación con algunas propiedades Físicas y Químicas y Propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo en la Finca Maripa, Cumanayagua, Cienfuegos, entre otros más

No existe un modelo perfecto de agricultura sostenible aplicable globalmente. Cada una de las zonas agroecológicas y situaciones sociopolíticas requerirá propuestas diferentes para generar un entorno en el que los pequeños productores de alimentos puedan mejorar su sustento y mantener los servicios ambientales, logrando cultivar el presente para un futuro sostenible

GRACIAS

01

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

DIAGNÓSTICO DE BUENAS PRÁCTICAS LECHERAS EN VAQUERÍAS DEL MUNICIPIO DE CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

DIAGNOSTIC OF THE GOOD DAIRY PRACTICES IN DAIRY FARMS OF THE CUMANAYAGUA MUNICIPALITY, CIENFUEGOS

Eligia de la Caridad Cuellar-Valero

Email: ecuellar@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/10000-0002-8294-6806>

Reina Dayamí Reina Reyes

E-mail: rdreyes@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/10000-0002-8294-6806>

Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cuellar-Valero, E. C., Reina Reyes, R. D. (2023). Diagnóstico de buenas prácticas lecheras en vaquerías del Municipio de Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 6-15. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La obtención de la calidad de la leche está condicionada por una serie de factores como son la infraestructura, la higiene, la producción, la conservación y el manejo integral de la calidad que afectan su estabilidad. Con el objetivo de evaluar el cumplimiento de Buenas Prácticas Lecheras se seleccionaron diez unidades productoras, cinco vaquerías pertenecientes a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “Tabloncito” y cinco lecherías de pequeños productores de una Cooperativa de Créditos y Servicios, del municipio de Cumanayagua, provincia Cienfuegos. Se aplicaron métodos teóricos, prácticos, con sus correspondientes técnicas (revisión documental, entrevista a trabajadores de la unidad, observación del trabajo del personal y triangulación metodológica). Los resultados fueron procesados y sometidos a un análisis estadístico mediante el método de comparación de proporciones para una $P < 0,05$, utilizando el paquete estadístico Statistix, versión 1,0 para Windows. Se detectaron incumplimientos en la rutina de ordeño y en los requisitos de limpieza e higienización, los cuales comprometían la calidad de la leche. Para contrarrestar estas deficiencias detectadas se diseñó un plan de medidas que integra soluciones tanto en el plano técnico como organizativo, para el mejoramiento de la producción y calidad de la leche en las unidades objeto de estudio.

Palabras clave:

Producción de leche, Buenas prácticas, Rutina de ordeño, Calidad de la leche.

ABSTRACT

The obtaining of the milk quality is conditioned by a number of factors such as infrastructure, hygiene, production, conservation, and integral quality management affecting its stability. In order to assess compliance with good dairy practices ten production units were selected, five dairies belonging to the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) “Tabloncito” and five dairies of small producers from a Credit and Service Cooperative, of the Cumanayagua municipality, Cienfuegos province. Theoretical and practical methods were applied, with their corresponding techniques (documentary review, interview with unit workers, observation of the work of the personnel and methodological triangulation). The results were processed and subjected to a statistical analysis using the proportions comparison method for a $P < 0.05$, using the Statistix statistical package, version 1.0 for Windows. Non-compliance in the milking routine and in the cleaning and sanitation requirements, which compromised the quality of the milk, were detected. To counteract these detected deficiencies, a plan of measures was designed that integrates solutions both technically and organizationally, to improve the production and quality of milk in the units under study.

Keywords:

Milk production, Good practices, Milking routine, Quality of milk.

INTRODUCCIÓN

La leche y los derivados lácteos se encuentran entre los alimentos más consumidos por las poblaciones de la mayoría de las naciones del mundo, sobre todo por sectores vulnerables como los niños, los enfermos y los ancianos. Este producto contribuye a la seguridad alimentaria y posee gran relevancia en el proceso nutricional de las personas porque proporciona nutrientes esenciales y es fuente importante de energía, proteínas y grasas de alta calidad (Kapaj, et al., 2017; Abdel, 2019).

Por tanto, la calidad de la leche es un aspecto fundamental en la competitividad de la ganadería vacuna lechera. Según Remón, et al., (2019) la calidad higiénico-sanitaria es un parámetro importante para el pago de la leche y es uno de los indicadores de mayor exigencia en las legislaciones de cada país.

Alcanzar adecuados parámetros de calidad higiénico-sanitaria de la leche implica enfrentar numerosos riesgos. Muchos de ellos vinculados a los diversos factores que influyen sobre sus indicadores y que abarcan desde su obtención hasta su venta a los consumidores, entre los que se destacan la correcta realización de la rutina de ordeño, la higiene de las unidades productivas y del personal que realiza el ordeño, las condiciones de conservación y transporte y por último la presencia de mastitis en los rebaños. Refieren García, et al., (2018) que para garantizar la calidad bacteriológica de la leche se debe fomentar el uso de buenas prácticas ganaderas. En este sentido enfatizan (Martínez, et al., 2014; Jara & Molina (2018) sobre la importancia de considerar la ejecución de una correcta rutina de ordeño.

En Cuba, bajo el efecto combinado de una recesión económica, la sequía y otros males, la ganadería en general y la producción lechera cubana fueron sensiblemente afectadas en las décadas más recientes. Las dificultades económicas para realizar inversiones en la modernización de este sector, la adquisición de equipos de refrigeración y piezas de repuesto para equipos de ordeño, además del efecto directo de las altas temperaturas y la humedad relativa, conforman una situación desfavorable para obtener leche con calidad y mantenerla (Martínez, et al., 2017).

El país trabaja para incrementar la producción de leche, las circunstancias actuales (precio elevado en el mercado internacional, aumento de productores por entrega de tierras, implementación de un nuevo sistema de pago, mayor exigencia por la calidad y organización en la cadena lechera) crean el momento justo para retomar hábitos correctos e instruir a aquellos que se vincularon hace poco a la lechería.

En este sentido, resulta necesario conocer el estado de aplicación de Buenas Prácticas Lecheras según el cumplimiento de algunos requisitos establecidos en el Programa Integral para el Mejoramiento de la Producción y Calidad de la Leche (PROCAL) durante la obtención de este alimento (Ponce, et al., 2010). Por lo que se planteó como objetivo evaluar el cumplimiento de Buenas Prácticas

Lecheras en vaquerías del municipio de Cumanayagua, provincia de Cienfuegos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en cinco vaquerías pertenecientes al sector no estatal, producción colectiva, Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Tabloncito y cinco lecherías de pequeños productores concernientes a Cooperativas de Créditos y Servicios, ubicadas en el municipio de Cumanayagua, provincia Cienfuegos.

Mediante un estudio descriptivo de corte transversal, se recopiló la información a través de la revisión documental, las observaciones directas de las labores de ordeño y entrevistas a las fuerzas productivas de las unidades de producción, que incluyó los siguientes datos: características generales del rebaño (tipo de raza, número de animales en ordeño, tipo de ordeño, realización de doble ordeño y su horario, litros/vaca y producción total), sistema de alimentación, manejo general del ordeño y su rutina, aspectos de calidad higiénico-sanitaria, así como prevención de mastitis. Se aplicó una entrevista de 20 preguntas, otorgándose cinco puntos a cada aspecto cumplido. A las respuestas se les asignó el siguiente puntaje valorativo:

- Bien: 80-100 puntos
- Regular: 70-79 puntos
- Mal: menos de 69 puntos

Para conocer el cumplimiento de la rutina de ordeño en las unidades, ejecución de la rutina de ordeño, higiene de equipos o útiles de ordeño, conservación, aspectos de calidad higiénico-sanitaria y prevención de mastitis, se efectuaron observaciones al trabajo de ordeño mediante lista de chequeo elaborada a partir de las indicaciones PROCAL. Para cada indicador, el porcentaje de cumplimiento de los requisitos se comparó con el total de requisitos a cumplir, sometiéndolos a un análisis estadístico mediante el método de comparación de proporciones para una $P < 0,05$, utilizando el paquete estadístico Statistix, versión 1,0 para Windows.

La triangulación metodológica se empleó para confirmar el rigor científico de los resultados desde el punto de vista cualitativo según Ruíz (2003); Hernández (2007), tomando criterios de forma cruzada de la información obtenida en el análisis de documentos, la entrevista y la observación; todo ello con el objetivo de comprobar si las informaciones aportadas por una fuente son de alguna manera corroboradas por otra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un primer momento la realización de las entrevistas (Anexo 2) a las fuerzas productivas de las unidades (53 trabajadores), permitió caracterizar a los ganaderos como se muestra en la Figura 1.

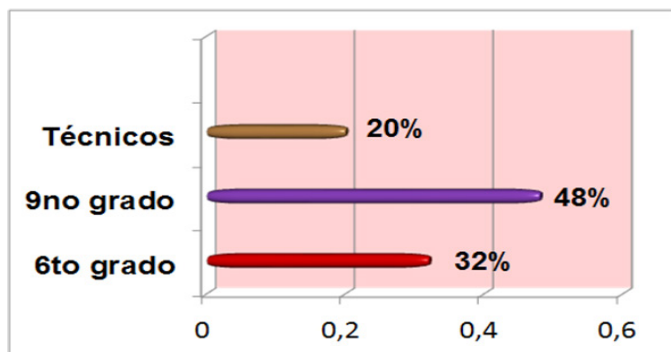


Figura 1. Nivel de escolaridad de los entrevistados

La revisión del nivel educacional de los trabajadores investigados, permitió conocer que prevaleció el nivel de secundaria básica (48 %) seguido del primario (32 %) y nivel técnico (20%). Estos resultados armonizan con estudios realizados por Ríos, et al., (2015) en distrito Los Santos, Panamá, quienes señalaron similares niveles de escolaridad secundaria (41 %), primaria (30%), y niveles técnicos (22 %), pero contrastan con los obtenidos por Martínez, et al., (2014) y Guapi et al., (2017) quienes reportan la prevalencia del nivel primario en 93,3 % y 90,63 % respectivamente. De acuerdo con lo anterior, autores como Smith et al. (2002), establecieron que el nivel educacional de los propietarios es un factor limitante para la incorporación de tecnologías, que permitan alcanzar mayores niveles productivos y de eficiencia. En este mismo sentido, Avilés et al., (2010) destacaron que los individuos más preparados educacionalmente, son más flexibles en el momento de adoptar nuevas técnicas.

Las revelaciones proporcionadas a la segunda interrogante (figura 2) determinan la permanencia de los entrevistados en la producción lechera.

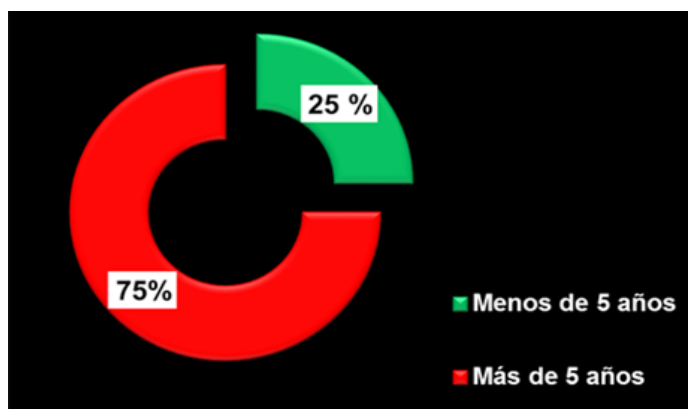


Figura 2. Permanencia laboral de los trabajadores (%)

Con relación al tiempo de experiencia en la ganadería bovina, los resultados evidencian estabilidad en la permanencia en el puesto de trabajo, ya que en el 75 % de ellos, el tiempo de experiencia es mayor de 5 años. Resultados similares se describen por Martínez, et al., (2014) en una cooperativa de producción donde más del 80% de los productores permanecen por más de 20 años en esta actividad, así como Valdivia, et al., (2020) en trabajadores

pertenecientes a una empresa pecuaria de la provincia de Matanzas.

Además, en el estudio de la caracterización de los ganaderos, se indagó acerca de la capacitación, resultados que se muestran en Figura 3.

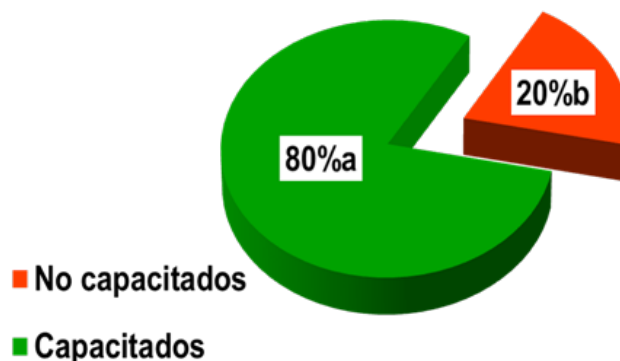


Figura 3. Capacitación sobre temas de producción de leche

Leyenda: Letras diferentes en las columnas revelan diferencias significativas ($P < 0.05$)

En relación con la capacitación de los trabajadores, se muestra en la Figura 3 que adolecen de esta un reducido porcentaje de los encuestados (20 %), los que consideran no estar lo suficientemente preparados para la actividad que realizan, ya que no han recibido capacitaciones sobre temas de la producción de leche; saldos discrepantes a los declarados por Cuellar, et al., (2021) quienes reportaron que el 75 % de los trabajadores poseen conocimiento muy pobre acerca de los procedimientos adecuados y el manejo de elementos involucrados en el proceso de la producción de leche.

Estos resultados indican que es necesario realizar acciones de capacitación, con el objetivo de incrementar el conocimiento de los obreros que laboran en las vaquerías acerca de los factores que determinan la calidad higiénico-sanitaria de la leche producida.

Teniendo en cuenta estas razones, Figueredo, (2017) expone que, en las condiciones actuales de desarrollo y cambios exigidos por el entorno, las empresas, organizaciones e instituciones comprenden la necesidad de que las personas estén cada vez más capacitadas y preparadas para desempeñar sus funciones de forma eficiente y competitiva. A nivel mundial las grandes empresas no son únicamente las que tienen recursos humanos con alto nivel cognitivo, como sucedía a mediados del pasado siglo, hasta las pequeñas y medianas empresas se ocupan de tan importante tarea, necesaria para alcanzar los objetivos empresariales.

En tal sentido juegan un papel esencial los procesos de capacitación a desarrollar por las organizaciones, que deben promover cambios y mejoras continuas, dada las exigencias del mundo actual, las cuales demandan nuevas capacidades, conocimientos, habilidades, valores y

modos de actuación que se correspondan con el desempeño individual. En este contexto la capacitación de los trabajadores constituye uno de los elementos esenciales en aras de obtener mejores resultados en indicadores productivos y de salud, dotándolos de capacidades para elaborar estrategias, tomar decisiones, solucionar problemas, lograr una comunicación eficiente, trabajar en equipo, solucionar conflictos, así como desarrollar un conjunto de habilidades en el desempeño de sus funciones (Figueroa, 2017).

El personal entrevistado conocía el sistema de alimentación que utilizaba en su rebaño, donde predominaban las pasturas, forraje King grass (*Pennisetum purpureum CT-115*), caña molida (*Saccharum officinarum* L.) y sales minerales *ad libitum*. Para Peña, et al., (2018), el manejo del ganado y su alimentación son los principales elementos que determinan el rendimiento lechero.

En explotaciones lecheras, deben existir áreas de pasturas mejoradas y pasturas naturales, donde la dieta está constituida por forraje proveniente de los potreros o de las praderas mejoradas; sin embargo, para alcanzar mayor producción de leche se debe realizar una suplementación de acuerdo a las necesidades del ganado, o viéndolo de otra manera balanceando de acuerdo a las deficiencias que el pasto presenta.

Al indagar sobre la raza que conforma el rebaño, el ganado Siboney es mayoritario, aunque se observa la incorporación de ganado mestizo que llega al 11,6 %, manejando en menores proporciones ganado criollo y cebú. Al realizar cruzamientos entre vacas criollas con toros de razas lecheras, por lo general las hijas producen más leche que las madres y éstas les transmiten la resistencia a las enfermedades. Pero los cruzamientos deben tener una secuencia lógica para no encastar tanto a los animales del hato, de manera que se mantenga un por ciento de sangre que garantice resistencia y otro que garantice una buena producción.

En cuanto a los conocimientos sobre el manejo del rebaño, se emitieron todas las respuestas acertadas, no así con relación a la rutina de ordeño. Referente a la rutina de ordeño, alegan el 18% de los entrevistados que confrontan deficiencias con la infraestructura necesaria para un buen cumplimiento de la rutina de ordeño. Otro elemento relevante referido por el 80 % de los trabajadores es que la totalidad del personal no usa ropa apropiada y limpia para el ordeño, resultado análogo fue obtenido por Martínez, (2016) al reportar que el 72,8% no cuenta con ropa destinada al ordeño. Además, se apreció que el 80 % de los encuestados ordenaron adecuadamente los pasos que se deben seguir durante la ejecución de la rutina del ordeño.

Para avanzar en la calidad higiénica de la leche es necesario mantener un nivel tecnológico en la rutina de ordeño, empezando por una buena rutina de limpieza de las vacas lecheras, teniendo presente que los animales sucios presentan mayor riesgo de sufrir patología de la ubre, el correcto manejo es esencial (Bonifaz & Conlago, 2016). Manejar la higiene ambiental es primordial en la

tecnología productora de leche, como las medidas elementales de higiene del ordeñador, manteniendo su ropa limpia, uñas recortadas, no padecer de enfermedades, siendo la higiene de las manos un factor determinante en la contaminación. Buxadé (2002), afirma que el 50 % de los operadores se contamina antes de empezar la rutina de ordeño.

Otro de los principales factores de la higiene ambiental a considerar es la calidad de agua, en las zonas rurales se debe considerar crítica por el deficiente tratamiento de las aguas tanto para consumo como para el laboreo del ordeño (González Monila & Coca, 2010). Todos los factores antes mencionados y otros determinan la calidad higiénica de la leche en una finca. Los productores de la provincia deben trabajar a fondo en estos temas, si el objetivo es mantenerse en el mercado y empezar a competir como proveedores de leche de calidad integral.

El 18 % de los entrevistados dejó por sentado que se efectuaba el ordeño solo una vez al día. El autor de esta investigación considera conveniente resaltar que la acción estimulante del ordeño favorece y activa la secreción láctea, por ello las gimnasias funcionales del ordeño, masaje y presión en la ubre, originan una excitación en la producción de leche.

Expresó el 15% de los implicados la inestabilidad en la entrega de útiles de limpieza e higiene, soluciones desinfectantes y productos como el carbonato de calcio (cal). En tal sentido expone Ríos, et al., (2015) que una infraestructura inadecuada, puede comprometer la calidad del producto.

De manera general, la realización de las entrevistas permitió acopiar información, quedando evaluados los ganaderos como se manifiesta en la Figura 4.

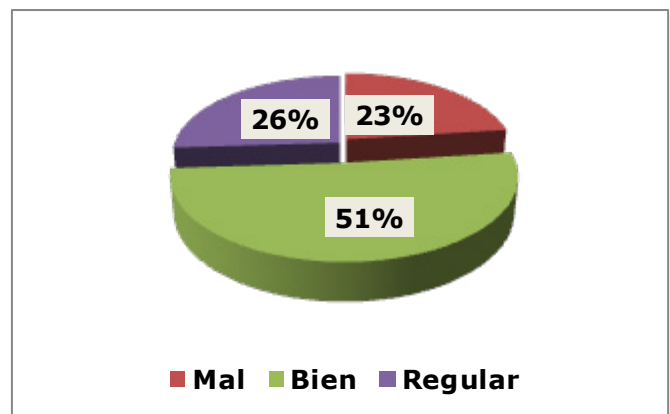


Figura 4. Evaluaciones obtenidas por los implicados

De forma global, a través de la entrevista se logró evaluar la población estudiada, calificándose de mal con menos de 69 puntos solo a 12 productores (22,64 %). Con respecto a estos resultados, conlleva a reflexionar y promover una rápida solución, que eleve la eficiencia y conocimientos de los trabajadores en las distintas unidades, debido a que actualmente, han proliferado nuevos productores con la entrega de tierras ociosas, como resultado de los

nuevos decretos aprobados (Decreto Ley 259) muchos de ellos no tienen tradición en el buen manejo del ganado y la obtención de leche de calidad.

En los últimos años, han propagado diversos documentos que orientan cómo organizar y ejecutar el trabajo con el ganado lechero para obtener resultados eficientes y con calidad. Aunque los factores que influyen en la calidad higiénico sanitaria de la leche son diversos y en muchos casos difíciles de controlar, debido a las carencias económicas en que se desarrolla el proceso productivo en Cuba, muchos de ellos dependen de la acción consciente

del hombre, la disciplina tecnológica y los conocimientos de los que disponga el personal que desarrolla esta actividad. En consecuencia, la exigencia y las acciones de capacitación implementadas en este sector desempeñarán un rol importante en el mejoramiento de los indicadores de calidad de este producto.

En un segundo momento, se realizaron las diez observaciones, para la identificación de las prácticas ganaderas ejecutadas por los productores. Los incumplimientos se reflejan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de prácticas durante rutina de ordeño, % (n=10)

No.	Aspectos a evaluar	Positivos		Negativos		Observaciones
		n	%	n	%	
1	Examen de la ubre	4	40a	6	60b	
2	Lavado de la ubre	5	50a	5	50a	
3	Alimento durante el ordeño	5	50a	5	50a	
4	Desinfectante post-ordeño	3	30a	7	70b	
5	Limpieza de equipo o útiles post-ordeño	10	100	-	-	El 50% realizaba una buena higiene, pero el resto (50%) realizaba una aceptable limpieza.
6	Almacenamiento de leche producida	6	60a	4	40a	Se realiza en envases plásticos
7	Conservación de la leche (Refrigeración)	5	50a	5	50a	
	Total (108)	39	36 %	69	64%	

Fuente: Guía de observación

En las instalaciones objeto de estudio, entre los incumplimientos detectados, se constató que en no todas las ocasiones se realizó el examen y la limpieza de la ubre, ni se utilizó de forma sistemática algún desinfectante post-ordeño. Reportes internacionales como el trabajo realizado por Silva, Alzate & Reyes, (2014) en varias fincas en Colombia, así como Buste & López (2019) en sistemas bovinos del cantón El Carmen, Ecuador plantearon análogas inobservancias. Esta desinfección favorece la calidad higiénica de la leche, debido a la disminución de microorganismos, principalmente bacterias, que se encuentran en los pezones.

Respecto a la limpieza y la desinfección de implementos y utensilios manipulados en el ordeño, el presente estudio registró que el 50% de los productores realizaba una limpieza aceptable del equipo o útiles post-ordeño, porcentaje inferior a lo reportado por Martínez, et al., (2014) en una cadena de producción de leche en el occidente del país, donde el 76,5% de los productores no lavaban adecuadamente las herramientas donde se depositaba la leche. En las unidades que practican el ordeño manual, en todas las ocasiones se lavaron con detergente doméstico, procediendo a colocarlos al sol como una esterilización natural.

En el aspecto de los utensilios y recipientes el 40 % de los productores incumplen con dichos requisitos, debido

a que se almacenaban en recipientes plásticos. Coincide este resultado con el obtenido por Buste & López, (2019), los cuales señalan porcentajes similares de almacenamiento en envases que no son de acero inoxidable. En tal sentido, Salas (2010), argumentó que los recipientes de leche deben ser de una sola pieza y de acero inoxidable, para asegurar un buen lavado y desinfección.

De acuerdo a lo anterior, expresan Durán & Duarte (2009) que la higiene y desinfección de utensilios es uno de los factores adicionales que puede llegar a afectar el recuento de microorganismos en la leche si no se realiza adecuadamente, por lo que se hizo la recomendación general para el lavado de utensilios utilizando un jabón de tipo alcalino para eliminar los residuos de grasa que quedan adheridos a las cantinas y baldes usados en el ordeño. Sobre el uso de cubos y cántaras limpias y secas en el ordeño manual insisten Hernández y Armenteros (2011) que es una condición necesaria para lograr una calidad de la leche buena o excelente durante el almacenamiento y recolección.

En relación a la conservación de la leche producida, se evidenció que el 50% de los sitios productivos en estudio no cuentan con refrigeración para su conservación. Buste & López (2019) al respecto reconocieron que el 45% de los predios estudiados no contaban con tanques de enfriamiento luego de que la leche sea ordeñada.

En la mayoría de los países se recomienda la conservación de la leche a 4°C para controlar eficazmente el crecimiento bacteriano (Jurado, et al., 2019; Guevara, et al., 2019). Según Martínez, et al., (2017) en Cuba las dificultades económicas para realizar inversiones en la modernización del sector pecuario, como por ejemplo la adquisición de equipos de refrigeración e insumos, además del efecto directo de las altas temperaturas y la humedad relativa, conforman una situación desfavorable para obtener leche con calidad y mantenerla.

Ninguno de los productores objeto del estudio utilizaba el Stabilak, método alternativo cubano basado en la activación del sistema natural de la leche conocido como lactoperoxidasa que se utiliza para mantener la calidad inicial de la leche cruda de vaca, cabra, oveja y búfala en situaciones tales como falta de refrigeración, transportación a largas distancias y de difícil acceso, almacenamiento en frío por tiempo prolongado y otras condiciones entre 8 y 30 horas. La activación del citado sistema constituye una solución práctica para aquellas condiciones en que se hace imposible establecer sistemas de refrigeración (Ponce, 2010).

Se pudo apreciar al triangular los resultados de la entrevista, la observación y el muestreo de documentos, que existe coincidencia, comprobándose incumplimientos en la rutina del ordeño, los cuales pueden comprometer la calidad de las unidades. En la entrevista se pudo conocer que no están suficientemente preparados solo 12 productores (22,64 %) en el manejo del ordeño. La observación determinó que no se realiza de forma eficiente las labores de rutina de ordeño en las unidades estudiadas. La revisión documental proporcionó información sobre el pago de la leche y ni se apreciaron acciones de capacitación en torno a las buenas prácticas lecheras.

Por tanto, resulta necesario considerar lo planteado por Chahine, Pozo & Haro-Martí (2016) quienes reconocen que la rutina de ordeño se debe estructurar tomando en

cuenta diversos factores como el tamaño del hato, tipo de manejo e instalaciones, número de trabajadores, tipo de ordeño, disponibilidad del equipo y materiales necesarios. Los eventos que forman parte de las rutinas de ordeño es una secuencia que ayuda a obtener el mayor provecho o eficiencia del ordeño, coadyuvando a mejorar la calidad de la leche y al control de la mastitis.

Por consiguiente, las insuficiencias detectadas precisan la necesidad de elevar la preparación de los trabajadores en torno al tema, la disciplina tecnológica y los conocimientos de los que disponga el personal que desarrolla esta actividad. En consecuencia, la exigencia y las acciones de capacitación implementadas en este sector desempeñarán un rol importante en el mejoramiento de los indicadores de calidad de este producto.

Por esta razón, el productor lechero necesita identificar las fallas o puntos débiles de su explotación y mejorar estos factores para incrementar la eficiencia productiva en su lechería. Uno de los ámbitos importantes a mejorar es sin duda la rutina de ordeño, aspecto fundamental en el manejo del hato en producción (Chahine, et al., 2016). Una correcta rutina de ordeño es requisito indispensable para lograr: mejor higiene, detección a tiempo de animales con mastitis clínica y asegurar una buena estimulación del animal. Cumpliéndola, se aumenta la ganancia: menos penalizaciones, menos mastitis y más leche.

En consecuencia, tras la realización de la evaluación conjunta de todos los aspectos citados anteriormente, se proyectan los correctivos necesarios y puntuales. Para contrarrestar los problemas en la producción y calidad de la leche es necesario diseñar un plan de medidas para las unidades que integra herramientas técnicas y organizativas, sobre una base científico técnica. Dicho plan es flexible, con enfoque sistémico y con participación de los productores como sujetos de la propuesta para establecer un ordeño higiénico (Tabla 2).

Tabla 2. Plan de medidas para mejorar la producción y calidad de la leche

Problema a resolver	Característica	Medidas
1. Ordenamiento del área	Elevado porcentaje de pasto natural.	1. Aplicar una estrategia varietal acorde al propósito fundamental de la finca.
2. Selección de variedades	No seleccionan variedades acordes al propósito fundamental de las unidades.	2. Trabajar con el plan de regionalización de especies de pastos y forrajes para introducir las más adecuadas a las unidades.
3. Agrotecnia	No se aplica una adecuada agrotecnia.	3. Desarrollar estrategia para la siembra y el manejo del pastizal (semilla botánica, laboreo mínimo, siembra directa, acuarzonamiento y rehabilitación).
		4. Incrementar el área forrajera con caña, king-grass, y especies pratenses mejoradas.

4. Ordeño adecuado e higiénico	No se aplica una adecuada rutina de ordeño e higiene.	5. Mantener una adecuada rutina de ordeño e higiene.
		6. Realizar adecuada limpieza e higienización de los recipientes y utensilios.
		7. Sustituir los recipientes plásticos por envases de metal, anticorrosivos y fáciles de higienizar.
		8. Evitar mezclar leches calientes y frías, así como transportarla en el menor tiempo posible de forma organizada e individual
		9. Colar la leche y conservarla en cántaras semi-destapadas en refrescaderos a la sombra.
5. Financiamiento para compra de productos.	Carencia de recursos para la higiene y limpieza	10. Suministrar de forma estable recursos que garanticen las operaciones de higiene y limpieza de la finca.
6. Gestión del conocimiento	Incumplimientos de la rutina de ordeño.	11. Capacitar a los productores en la tecnología apropiada de ordeño manual.

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Las entrevistas a productores y las observaciones durante la ejecución del ordeño mediante la lista de chequeo, detectaron incumplimientos en la rutina de ordeño en las unidades.

Las medidas a partir de las deficiencias encontradas, integra una propuesta de soluciones para los elementos limitantes, tanto en el plano técnico como organizativo, para mejorar la producción y calidad de la leche.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avilés, J. P., Escobar, P., Von Fabeck, G., Villagran, K., García, F., Matamoros, R. & García, A. (2010). *Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado*. Maracaibo http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000100011&lng=en&nrm=iso&ig-nore=html.

Abdel, G.S. (2019). *Economic analysis of resources use in milk production in Kuku Farms- East Nile- Khartoum Sudan*. (Tesis de Doctorado). Sudan University of Science and Technology.

Bonifaz, N., & Conlago, F. (2016). "Prevalencia e incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en Paquiestancia, Ecuador." *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 24(2):43–52.

Buste, M.G., & López, G.M. (2019). *Mejoramiento de la calidad higiénico sanitaria de la leche de los sistemas bovinos del cantón El Carmen*. (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López".

Cuellar, E. C., Almoguea, M., Reina, R. D., Ortiz, B. (2021). Manejo del ordeño y su efecto en la calidad bromatológica e higiénica de la leche caprina. En D. Cristina Catapan, *Estudios e conocimientos voltados para a medicina veterinária vol.1*. (pp. 70-85). Brazilian Journals Editora.

Chahine, M., Pozo, O. & Haro-Martí, M. (2016). Rutinas apropiadas de ordeño. <http://articles.extension.org/pages/67521/rutinas-apropiadas-de-ordeo>

Durán, J. & Duarte, S. (2009). *Diseño y aplicación de un programa de buenas prácticas de ordeño para mejorar la calidad higiénica de la leche en hatos de la Sabana de Bogotá*. (Tesis de Grado). Universidad de La Salle, Colombia.

Figueredo, Y. (2017). *Propuesta de Programa de capacitación jurídica en materia de Seguridad y Salud del Trabajo para los trabajadores de EPICIEN*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos. Sede "Carlos Rafael Rodríguez".

García, F., Sánchez, T., López, O., & Benítez, M. Á. (2018). Prevalencia de mastitis subclínica y microorganismos asociados a esta. *Pastos y Forrajes*, 41(1), 35-40.

Guevara, D., Montero, M., Rodríguez, A., Valle, L., & Avilés, D. (2019). Calidad de leche acopiada de pequeñas ganaderías de Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(1), 247-255.

- González, G., Monila, B., & Coca, R. (2010). Calidad de la leche cruda. In Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. <https://goo.gl/KvJU83>.
- Guapi, R., Masaquiza, D., & Curbelo, L. M. (2017). Caracterización de Sistemas Productivos Lecheros en Condiciones de Montaña, Parroquia Químiag, Provincia Chimborazo, Ecuador. *Rev. prod. anim.*, 29(2), 14 – 24
- Hernández, R. & Armenteros, M. (2011). *Leche Cadena Productiva*. La Habana, Cuba. Editorial Asociación Cubana de Producción Animal.
- Jara, A., & Molina, R.M. (2018). Evaluación de tres selladores de pezones para la prevención de casos nuevos de mastitis en ganado lechero (*Bos taurus*) en San Carlos, Costa Rica. *Revista Agroinnovación en el Trópico Húmedo*, 1(1), 72-77.
- Jurado, H., Muñoz, L., Quitiaquez, D., Fajardo, C., & Insuasty, E. (2019). Evaluación de la calidad composicional, microbiológica y sanitaria de la leche cruda en el segundo tercio de lactancia en vacas lecheras. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 66(1), 53-66.
- Kapaj, A., Deci, E.; (2017): "World Milk Production and Socio-Economic Factors Effecting Its Consumption", En: *World Milk Production and Socio-Economic Factors Effecting Its Consumption*, Ed. Elsevier, Inc., Ronald Ross Watson, Robert J. Collier, Victor R. Preedy (eds.), Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan.
- Martínez, A., Villoch, A., Ribot, A. & Ponce, P. (2014). Diagnóstico de Buenas Prácticas Lecheras en una cooperativa de producción. *Rev. Salud Anim*, 36(1), 14-18.
- Martínez, A. (2016). Calidad higiénico-sanitaria de los quesos frescos artesanales producidos en seis provincias de Cuba. (Tesis Doctoral). Universidad La Habana.
- Martínez, A., Ribot, A., Villoch, A., Montes de Oca, N., Remón, D., & Ponce, P. (2017). Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba. *Rev Salud Animal*, 39(1), 51-61.
- Peña, R.Y.F., Benítez, D., & Ray, J.V. (2018). Factores determinantes de la producción ganadera en una comunidad campesina del suroeste de Holguín, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(2): 1-9.
- Ponce, P., Ribot, A., Capdevila, J., Villoch, A. (2010). Manual aprendiendo de la leche PROCAL: Mejorando la producción y calidad de la leche. CENSA-MINAG. Ed. 1. Pag. 21-82
- Ponce P. (2010). El uso del sistema lactoperoxidasa bajo condiciones tropicales: ventajas y limitaciones en la conservación de leche cruda y aplicaciones potenciales. *Rev Salud Anim*, 32(3):146-154.
- Remón, D., González, D., & Martínez, A. (2019). Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de la leche cruda por métodos de flujo citométrico. *Revista de Salud Animal*, 41(1), 1-8.
- Ríos, L., Espinosa, J., & Hassan, J. (2015). Caracterización del manejo en el ordeño de sistemas doble propósito del distrito de Los Santos. *Invest. pens. crit.*, 3(2): 5-19.
- Salas, Á. (2010). Procesamiento de Lácteos. <http://es.sli-deshare.net/Marjochaves/higiene-y-manejo-de-la-leche>.
- Smith, R., Moreira, V. & Latrille, L. (2002). Caracterización de sistemas productivos lecheros en la x región de Chile mediante análisis multivariable. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072002000300004&script=sci_arttext.
- Valdivia, A.L., Rubio, Y., Pérez, Y., Sarmenteros, I., Vega, J., & Mendoza, A. (2020). Factores que influyen en la calidad higiénico-sanitaria de la leche de dos vaquerías. *Pastos y Forrajes*, 43(4), 267-274.

Anexo 1. Aspectos a valorar en el análisis de documentos

Objetivo: obtener información en relación con las condiciones de obtención y almacenamiento de la leche e influencia sobre la calidad higiénico-sanitaria de este producto en las unidades de producción.

- Revisión de los planes de producción de leche.
- Archivo de vales de las ventas efectuadas
- Registro de la calidad de leche acopiada.
- Antecedentes de capacitación sobre las condiciones de obtención de la leche.

Anexo 2. Entrevista

Objetivo: Constatar los conocimientos que poseen los trabajadores sobre las condiciones de obtención y almacenamiento de la leche e influencia sobre la calidad higiénico-sanitaria de este producto en las unidades de producción en estudio.

En aras de contribuir a la mejora en las condiciones de obtención y almacenamiento de la leche, se está realizando esta investigación. Al respecto se necesitan sus criterios sobre algunas interrogantes:

1. ¿Cuál es su nivel de escolaridad?
2. ¿Qué tiempo ha trabajado en esta actividad?
3. ¿Considera que está preparado para realizar la labor que desempeña?
4. ¿Qué sistema de alimentación utiliza para su rebaño?
5. ¿Qué raza conforma su rebaño?
6. ¿Cuántos animales posee en ordeño?
7. ¿Qué tipo de ordeño tiene en la unidad?

8. ¿Cuál es la frecuencia de ordeño?
9. ¿Cuál es el promedio de litros de leche por vacas?
10. ¿Posee la instalación sala de espera provista de sombra?
11. ¿Posee la sala de ordeño piso de cemento?
12. ¿Posee la sala de ordeño suministro de agua?
13. Ordene las operaciones que deben realizarse durante el ordeño:
 _Lavado
 _Sellaje
 _Ordeño
 _Despunte
 _Ecurrido
14. ¿Hay presencia de otros animales domésticos en el ordeño?
15. ¿Se lavan todos accesorios utilizados en el ordeño?
16. ¿Se desinfectan todos accesorios utilizados en el ordeño?
17. ¿Se dejan los animales infectados por Mastitis para el final del ordeño?
18. ¿Dispone de las condiciones necesarias para la conservación de la leche hasta el momento de su recogida?
19. Después de realizado el ordeño, ¿Qué tiempo demora en recoger la leche?
20. ¿Considera la higiene como un factor que interviene en la calidad de la leche?

Anexo 3. Lista de Chequeo elaborada a partir del PROCAL

Objetivo: Identificar las prácticas inadecuadas que pueden generar la disminución de la calidad de la leche en las unidades objeto de estudio.

Aspectos a observar:

 Lista de chequeo sobre rutina de ordeño manual						
Unidad:		Municipio:		Provincia:		Fecha:
No	Aspectos a evaluar	Si	No	Observaciones		
1	¿Se proporciona agua a las vacas en la sala de espera?					
2	¿Se proporciona sombra a las vacas en la sala de espera?					
3	¿Llegan las vacas sin ser correteadas a la sala de ordeño?					
4	¿Presencia de perros que causen estrés en las vacas?					
5	¿El orden de las vacas para el ordeño es acorde la producción?					
6	¿Se sujetan correctamente las vacas durante el ordeño?					
7	¿Durante el ordeño, se evitan movimientos o ruidos bruscos, fuera de lo acostumbrado?					
8	¿Se lava la ubre?					
9	¿Se limpian principalmente la punta de los pezones?					
10	¿Se inspecciona que la ubre no esté endurecida, con dolor o alguna otra anomalía?					
11	¿Se realiza el despunte?					
12	¿La leche extraída se recoge en recipiente destinado a tal fin?					
13	¿Se realiza el ordeño a mano llena?					
14	¿Se masajea y realiza el escurrido?					
15	¿Se coloca la pezonera en tiempo mínimo?					
16	¿Se chequea el flujo de leche?					

17	¿Se interrumpe el vacío antes de retirar la pezonera?			
18	¿Se suministra algún alimento durante el ordeño?			
19	¿Se utiliza algún desinfectante post-ordeño?			
20	¿Se cuele la leche al colectarla en la cántara?			
21	¿Posterior a esto se tapa herméticamente?			
22	¿Se procede al lavado de todo el equipo utilizado?			
23	¿Se desinfecta todo el equipo utilizado en el ordeño?			
24	¿Se coloca el envase con la leche en el refrescadero con agua limpia?			
25	¿Permanecen las vacas paradas por al menos 30 minutos luego del ordeño?			

02

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

LA SOBERANÍA ALIMENTARIA LOCAL EN EL PROGRAMA AGRICULTURA URBANA, SUBURBANA Y FAMILIAR

THE ALIMENTARY LOCAL SOVEREIGNTY IN THE PROGRAM URBANE AGRICULTURE, SUBURBANITE AND RELATIVE

María Rosa Núñez González¹

E-mail: mnunez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6181-8864>

Álvaro Calzada Díaz de Villegas¹

E-mail: acalzada@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-7379>

Fernando Iglesias Royero¹

E-mail: mnunez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8308-5091>

¹Centro Universitario Municipal de Abreus. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Núñez González, M. R., Calzada Díaz de Villegas, A., Iglesias Royero, F. (2023). La soberanía alimentaria local en el Programa Agricultura Urbana, Suburbana y familiar. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 16-22. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Las contribuciones del Programa Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar en Cuba, constituyen antecedentes de la Ley 148/2022, Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional y del reglamento dispuesto en el Decreto 67/2022; temas de actualidad capital que inciden en la estimulación del uso de buenas prácticas en los productores de huertos, patios y parcelas, perspectiva que direccionó el objetivo de este trabajo, centrado en el análisis de dicha Ley a partir de valoraciones teórico metodológicas que implican las bondades de la agroecología a ese fin, y su implementación en el Municipio Abreus, luego, fue posible llegar a conclusiones, avaladas en el análisis de documentos y criterios emanados de espacios de debates científicos; aflorando una idea convergente en la utilización de la agroecología para consolidar la agricultura próspera y sostenible necesaria y adaptada a las condiciones socioeconómicas actuales; en ello tiene un papel esencial el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, en aras de satisfacer las demandas crecientes de la población, sin embargo, se reconoce que persisten debilidades afectándose sus resultados, los cuales pueden ser modificados a partir de la implementación de la Ley y el Reglamento de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional, aprovechándose la agroecología en patios, parcelas y huertos familiares, como una alternativa viable, que permite la identificación de recursos locales disponibles a favor de la producción de alimentos.

Palabras clave:

soberanía alimentaria, agroecología, Programa Agricultura urbana y familiar.

ABSTRACT

The Urban, Suburban and Familiar contributions of the Program Agricultura in Cuba, background of the Law constitute 148/2022, Alimentary Sovereignty and Alimentary Certainty and Nutricional and of the regulations arranged in the Decree 67/2022; Themes of principal present time that in the producers of kitchen gardens, patios and plots of land, perspective have an effect on the stimulation of the use of practices than direccionó the objective of the postulate, centered in the analysis of the aforementioned Law as from theoretic assessments metodológicas that the agroecología's goodnesses implicate to that end, and his implementation in the Municipio Abreus, next, was possible to touch findings, guarantees in the documentary analysis and criteria emanated of spaces of scientific debates; Surfacing a convergent idea in the utilization of the agroecología to consolidate the prosperous and sustainable necessary and adapted agriculture to the socioeconomic present-day conditions; The Programa of the Urbane Agriculture, Suburbana and Familiar, for the sake of fulfilling the population's increasing requests, however, has an essential paper in it it is recognized than persist weaknesses afectándose his results, which can be modified as from the implementation of the Law and Alimentary Soberanía's and Seguridad's Regulations Alimentary and Nutricional, taking advantage the agroecología at patios, plots of land and family kitchen gardens, like a viable alternative, that the identification of local available resources in favor of the production of foodstuff enables.

Keywords:

Alimentary sovereignty, agroecología, urban Programa Agricultura and relative.

INTRODUCCIÓN

La FAO, el MINAG & ACTAF (2021) reconocen las iniciativas y evidencias innovadoras de agricultura sostenible y agroecología para el desarrollo rural, escalables a políticas públicas en Cuba y como el Estado cubano, dedica esfuerzos para lograr una vida digna de sus ciudadanos, considerándose la producción de alimentos, como un factor esencial el cual se constituye como una prioridad para garantizar la seguridad alimentaria de la población. En ese espacio de reflexión el debate consideró el análisis de las adversidades que provocan fallas en la sostenibilidad de la agricultura, la cual exige una elevada eficiencia y cuidado en el manejo de los agroecosistemas, en Cuba, en ello, se enfatizó en el incremento de programas dirigidos a una agricultura sobre bases agroecológicas.

Desde esa perspectiva, en Cuba se plantea entonces el desarrollo de una agricultura próspera y sostenible; que implica la soberanía alimentaria, y el aporte decisivo de las mujeres en los Programas de desarrollo que hoy se implementan en la agricultura y la necesidad de invertir en los jóvenes como garantía de futuro de la agricultura cubana, desarrollándose en estos sectores la sensibilización hacia la agroecología como una alternativa para la soberanía y la seguridad alimentaria: Díaz Canel, Núñez & Torres (2020). Además, estos autores coinciden en la idea de dar mayor protagonismo a los municipios, y las comunidades, en aspectos que los involucren como portadores en el fomento de capacidades para ser agroproductores, y en esa dirección es importante la Política que impulsar el Desarrollo Territorial (PIDT) (MEP, 2020); como alternativa para una autonomía necesaria, sustentable, con una sólida base económico-productiva a nivel municipal.

En esa dirección ocupa un lugar esencial el reto que significa la aplicación del nuevo modelo de gestión institucional en el contexto del desarrollo local que emprende el Ministerio de la Agricultura; y en ello, es esencial el aprovechar los avances científico- tecnológicos para el incremento de la productividad, en un contexto donde disminuyen o se empobrecen las tierras dedicadas a las labores agrícolas, así como los recursos hídricos disponibles: Díaz Canel, Núñez & Torres (2020); análisis que conllevó a una mirada por dentro del Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar; en ese sentido Peña (2018), reconoció las potencialidades de dicho Programa, en aras de satisfacer las demandas crecientes de la población, sin embargo, Marrero (2020); apuntó que todavía hoy no han sido suficientemente explotadas por este movimiento, creado el 27 de diciembre de 1987 por iniciativa del General de Ejército Raúl Castro Ruz, y que se constituye como una fortaleza para la consolidación de los sistemas alimentarios locales.

En el marco de la implementación de la Ley 148/2022, de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional y el reglamento dispuesto en el Decreto 67/2022; (2022), subrayó Marrero (2022); que resulta oportuno que en todas las localidades se diseñen acciones gubernamentales, políticas, empresariales y técnicas,

que permitan utilizar el potencial de la Agricultura Urbana en la producción de alimentos para la población, y reconoció entre los desafíos del Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar para el año 2023, que ya cuenta con más de un millón 117 000 patios y parcelas, luego, apuntó la necesaria transformación a formas más eficientes de gestión económica y productiva, el fortalecimiento y dignificación de las unidades de producción de alimentos, y una mayor incorporación de áreas.

A tono con esa idea Peña (2022); consideró lo necesario de mantener en cultivo permanente las aproximadamente 12 640 hectáreas que dan vida al Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, y a incrementar las producciones de forma intensiva, con principios de agroecología y soberanía alimentaria; luego, apuntó que se debían generalizar las experiencias del cultivo de hortalizas en canteros enriquecidos con materia orgánica.

Así se pondera, a nivel internacional la agroecología, como una alternativa para la seguridad y soberanía alimentaria, y representa una forma sistémica de producir alimentos en armonía con el medio ambiente y el desarrollo económico-social, al caracterizarse por la combinación de elementos bio-físicos y socio-económicos, que conforman tres columnas del desarrollo sostenible: social, económico y ambiental, además se valora el comportamiento y evolución de todos los seres biológicamente como las plantas, insectos, aves, entre otros: Bellende, Galván, García, Gazzano, Gepp, Linari & Faroppa (2018); de Humboldt Albarracín, Fonseca & López (2019).

La Agroecología se basa en la forma en que interactúan las personas, los animales, las plantas y el medio ambiente; luego las soluciones, suelen ser locales o regionales, apuntan al aprovechamiento y mantenimiento de la biodiversidad, recurriendo por lo general a fuentes de energías naturales y renovables; reciclando la biomasa y minimizando los desechos, entre otras cuestiones; tiene la ventaja de su aplicación, que se adapta a distintos contextos, y escalas económicas productivas: Saldaña & Adán (2022); Sierra, Pérez, de Dios, Rodríguez & Adán (2022); Becerra, Nodarse, Castellanos & Pérez (2022).

Las contribuciones del Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar en Cuba fueron esenciales para el desarrollo de la Ley 148/2022, de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional y el reglamento dispuesto en el Decreto 67/2022; aprobados recientemente por el Parlamento cubano; y en ello se consultaron ideas, doctrinas y resultados que apuntan a dicho Programa, el cual ocupa aproximadamente más de dos millones de hectáreas de tierras cultivables y administra 147 000 fincas suburbanas; el principio fundamental ha sido la producción sostenible de alimentos sobre bases agroecológicas: González, Álvarez & Rodríguez (2022).

Sin embargo, la situación actual del Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar en Cuba, analiza retos y perspectivas, relacionados con un mejor aprovechamiento del fondo de fomento agrícola, la producción de alimentos locales, el seguimiento a las tradiciones

culturales en el laboreo, el uso de la agroecología, y de los avances científico técnicos y las innovaciones, el uso de canteros mejorados con materia orgánica a partir del propósito de sumar más alimentos para la población y otras necesidades de la nación, incluida la sustitución de importaciones de productos agrícolas.

En esa perspectiva, para el año 2023, indicó Marrero (2022), se deben desplegar acciones que de manera armónica permitan la identificación de recursos locales disponibles en el sistema empresarial y de los consejos de administración que puedan apoyar la transformación a formas más eficientes de gestión económica y productiva y será necesario también el fortalecimiento, dignificación de las unidades de producción y una incorporación mayor de patios y parcelas en las producciones para la familia y para el barrio.

Enfatizó Marrero (2022); en la necesidad de que los técnicos apoyen la capacitación en cada localidad, introducir los resultados de la ciencia y la técnica, en tanto el Grupo Nacional deberá chequear en cada municipio todas las acciones que se ejecutan para elevar la producción y eficiencia de los diferentes subprogramas, unido a la vinculación de todos los actores en la solución de las dificultades que frenan el desarrollo productivo, destacó.

Al respecto, Marrero (2022); consideró que es preciso valorar lo que falta por hacer en lugares devenidos microvertederos, en esos patios sin un solo árbol frutal o patios y casas en el entorno suburbano sin un ave, y la sin sembrar alguna planta comestible y aseveró la confianza en que el Programa de la Agricultura Urbana seguirá creciendo en manos de las productoras, los productores y de todos los que sumemos para demostrar que es una referencia nacional en la producción de alimentos para el pueblo.

El tema es de importancia capital y en el municipio Abreus el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar tiene antecedentes significativos y tuvo un esplendor con resultados muy alentadores; sin embargo, en la última década sucede todo lo contrario y hoy adolece de un movimiento, que está decaído e implica de manera urgente mirar al pasado para, desde la génesis de las experiencias, enriquecerse y en ello, lo primero es la gestión del conocimiento sobre la base de los avances científicos tecnológicos e iniciativas, a tono con las políticas que se promocionan actualmente (Marrero, 2022).

En este municipio Abreus se encuentran comunidades que tuvieron experiencias muy buenas en la atención a huertos, patios y parcelas familiares; sin embargo, en la actualidad se reconocen debilidades que comprometen la soberanía alimentaria de sus pobladores, entre las debilidades que presenta el Programa de la agricultura urbana y familiar se encuentran: tierras ociosas sin producir alimentos en patios y parcelas familiares, escaso fomento de la apicultura, en la línea de las abejas melíponas, el empleo de materia orgánica para enriquecer suelos y beneficiar plantaciones, la creación de pequeños organopónicos, poca presencia de la diversidad de los frutales, el empleo de lombricultura, como una alternativa que puede

explotarse más, la crianza de animales con destino a la alimentación, escaso fomento de cultivo de peces de agua dulce, falta de autonomía para las gestiones económicas y gestión de procesos productivos en temas como semillas, materia orgánica, trámites bancarios e insumos.

Las reflexiones realizadas consideraron lo necesario de estimular el conocimiento hacia el uso de prácticas agroecológicas en los productores de huertos, patios y parcelas, y desde esa perspectiva el **objetivo** se declara en: analizar la Ley 148/2022, de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional y el reglamento dispuesto en el Decreto 67/2022; a partir de valoraciones teóricas metodológicas que implican la búsqueda de una mejora en los resultados productivos a partir de las bondades de la agroecología en patios y parcelas familiares, y su implementación en el municipio Abreus.

DESARROLLO

Programa de la agricultura urbana y familiar: estrategia económica en la producción de alimentos

La Ley 148/2022, de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional y el reglamento dispuesto en el Decreto 67/2022 (SAN, 2022); enuncia en sus Artículos del 48 al 55, que los sistemas alimentarios locales como modelos sostenibles, sensibles a la nutrición, integran los procesos de producción, distribución, transformación, comercialización y consumo de los alimentos propios de la localidad, sobre bases agroecológicas, con enfoque de género, generacional, de sostenibilidad económica, social, ambiental y resiliencia climática.

Estos modelos sostenibles de producción se componen por elementos como la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas, la adecuada gestión del suelo mediante el ordenamiento territorial y urbano, la eficiencia productiva, energética, económica y de los sistemas de gestión en todas las cadenas alimentarias, la resiliencia socioecológica, adaptación y mitigación al cambio climático, soberanía tecnológica al disponer de soluciones propias o de productos nacionales, así como diseñar tecnologías en atención a los principios agroecológicos, las producciones sensibles a la nutrición; con énfasis en el balance de los grupos de alimentos al alcanzar producciones planificadas que posean un equilibrio entre ellas; con producciones de alimentos nutritivos, saludables e inocuos. Diversidad productiva y funcional al prevalecer la disponibilidad de una variedad de productos ofertados que cubran las demandas y necesidades nutricionales de las personas; con enfoque y gestión de cadenas de valor con análisis de riesgo.

Los actores de los sistemas alimentarios locales vinculados a la producción y transformación de alimentos practican la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en atención a los elementos siguientes: los saberes campesinos; la cultura agraria; la situación actual de los sistemas donde deben desarrollarse los procesos de producción agropecuaria y pesquera; los sistemas más avanzados de la ciencia, la tecnología y la innovación; y

la producción de alimentos en observancia de las características que posee cada territorio; y se proyectan hacia producciones diversificadas sensibles a la nutrición, para lo cual contemplan el contenido nutricional de los diversos productos y garantizan la nutrición sana y balanceada, con el fin de mejorar los hábitos alimentarios y prevenir enfermedades.

Además, producen alimentos nutritivos, saludables e inocuos que contengan vitaminas, minerales, proteínas y micronutrientes en cantidades suficientes y que, a su vez, sean libres de contaminación química y biológica para evitar el surgimiento de enfermedades, en atención a la legislación específica vigente al efecto; los actores referidos, para la realización de producciones sensibles a la nutrición tienen en cuenta las preferencias y demandas alimentarias de las personas mediante la realización de estudios de mercado, a los efectos de prevenir y reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos por rechazo de estos durante la comercialización, e incorporan la gestión de cadenas de valor con enfoque de riesgo, en todo el proceso de obtención de alimentos, al realizar acciones interrelacionadas en los sistemas de producción, transformación y comercialización de productos, en un determinado entorno, hacia el cliente final a través del análisis de su impacto institucional, económico, social, ambiental y tecnológico.

A tono con esa idea el autoabastecimiento alimentario a nivel de comunidades se considera como un asunto de seguridad nacional: Marrero (2020); quien argumenta la concepción de la agricultura urbana y familiar desde la permanencia y generalización de un sistema de producción de alimentos a partir del potencial local, es decir, creando en cada comunidad sus propias tecnologías e insumos productivos mediante la utilización del potencial disponible en el territorio; luego reconoció los avances significativos del Programa de Agricultura urbana y familiar, que mostró una consolidación de un movimiento popular de carácter productivo extensionista, bajo principios agroecológicos, con el uso de tecnologías de producciones sostenidas, el empleo de recursos locales, y la combinación de la experiencia y tradiciones con la ciencia y la técnica, significándose como un sistema de trabajo dinámico, profundo, vertical, coordinado y dirigido a través del Grupo Nacional, lo que ha permitido lograr resultados positivos y con ello importantes ahorros a la economía del país, al contribuir a la disminución de importaciones de insumos.

En esa perspectiva y en momentos en que el Gobierno de Estados Unidos ha recrudecido el bloqueo e indica que seguirá haciéndolo, cobra mucha más importancia y vigencia el programa de Agricultura urbana y familiar, un proyecto dirigido a la producción de alimentos para el pueblo, algo que no es simplemente una prioridad más; pues constituye un asunto vital para la seguridad nacional, que es igual a preservar nuestra independencia y soberanía: Marrero (2020); quien, además reconoció que Cuba importa 1 650 millones de dólares en alimentos para el pueblo, por lo que sustituir esas importaciones resulta estratégico, y en ello se deberá apostar por

el desarrollo de este Programa y extender sus diferentes estructuras productivas por las ciudades y comunidades, hasta alcanzar los diez metros cuadrados por habitante, una meta sentida para el año 2023, al aprovecharse todos los espacios disponibles en las ciudades o poblados.

Marrero (2020), expone como hay sobradas razones para defender el programa de la agricultura urbana y familiar, pues es una estrategia que indica la manera más económica de producir alimentos, funciona con un mínimo de transporte automotor y combustible –incluso sin ninguno si fuera necesario–, pues la población puede comprarlos allí donde se cultivan, o el traslado es a corta distancia y permite el empleo de medios alternativos; no demanda de importaciones de pesticidas ni abonos químicos, y en cada hectárea de cantero comprometida debe estar respaldada por la cantidad de abonos y otros insumos orgánicos necesarios; además, alude a como se garantiza empleo, incluyendo mujeres y jóvenes; constituye una herramienta elemental para lograr la seguridad alimentaria; pues contribuye a mejorar el manejo del agua y el reciclaje de nutrientes; permite la utilización de espacios improductivos, ociosos o subutilizados y es capaz de producir las semillas que demanda, entre otras ventajas; lo cual convierte este Programa en una alternativa realista, viable y sostenible, referencia para hacer y alcanzar la soberanía alimentaria y nutricional de la población, a nivel de comunidades.

Al respecto, Marrero (2020); consideró que no puede haber personas satisfechas mientras no se recupere hasta el último cantero y organopónico en desuso, la meta es repararlos todos y ponerlos en explotación durante un breve tiempo; además, se deberá completar la reconstrucción de las áreas de cultivo protegido y semiprotegido afectadas por fenómenos meteorológicos o por el deterioro lógico de los años de explotación, involucrándose la participación popular; luego será necesario elevar el rendimiento por metro cuadrado; y en ese sentido significó que hay varios ejemplos de qué es posible cuando se emplean semillas de calidad y se hace una constante aplicación de sustratos y abonos orgánicos, así como un adecuado uso de los bioproductos y la agrotecnia; luego, el empleo de la tracción animal en las labores de cultivo alrededor de las ciudades y poblados debe ser una constante, independientemente de la disponibilidad o no de combustible, además del uso eficiente del agua y de las fuentes renovables de energía, como el biogás, los molinos a viento, los paneles solares, la biomasa y otras alternativas, en dependencia de las posibilidades existentes en cada lugar.

En ese entramado de ventajas Marrero (2020); señaló que es importante el garantizar las producciones durante todo el año; no descuidar el verano bajo la excusa del clima desfavorable, en estos meses tenemos que potenciar productos más resistentes al calor como el pepino, la berenjena, la habichuela y el quimbombó, entre otros; con el fin de perfeccionar la comercialización de vegetales frescos y de frutas, con énfasis en la población, pero sin olvidar el turismo, el consumo social, la defensa y el orden interior, e incluso pensar en la exportación de

algunas producciones; análisis que conllevó a pensar en el perfeccionamiento de la estructura financiera y medición del impacto, para asegurar una adecuada rentabilidad y estabilidad en los resultados, así la responsabilidad cae en la dirección de la Granja Urbana Municipal y sus representantes de las comunidades y poblados del municipio, bajo la dirección de los presidentes en los consejos populares, quienes deberán ejercer un amplio poder de convocatoria entre los productores locales, y a su vez desempeñar el papel productivo, político y social para el que fueron creadas.

En tal dirección Marrero (2020); enfatizó en la idea de trabajar fuerte para restablecer la red de comercialización que simplifique y facilite la adquisición de agroproductos directamente para la población local; luego apuntó que el éxito de este gran empeño tiene una clave decisiva: las mujeres y hombres que hacen producir la tierra y en ello es esencial continuar elevando la incorporación de fuerza de trabajo a esta actividad, sobre todo joven, y perfeccionar los sistemas de pago por resultados; en ese interés se analizó que el Programa de la Agricultura Urbana considera el programa de frutales, el cual se incorporó al abastecimiento local bajo la concepción e ideas del General de Ejército Raúl Castro Ruz; quien indicó crear una cooperativa de frutales en cada municipio; aspecto con 353 cooperativas en Cuba, dedicadas a la producción de frutas para el pueblo; sin embargo el municipio Abreus, no se encuentra entre los territorios que lograron cumplir esa indicación, prudente ante los retos que impone la soberanía alimentaria y su seguridad a nivel local.

Así Marrero (2020); reiteró en relación a la producción de alimentos en general, que potenciar el policultivo es una forma de asegurar la soberanía; no es lo mismo invertir en combustibles, fertilizantes y otros recursos para preparar la tierra y sembrar un solo cultivo que aprovechar lo mismo para dos y tres más; todo lo cual garantizará 30 libras mensuales de viandas y hortalizas a cada persona, una meta comprometida que puede tener solución si el incremento de las áreas productivas, desde los patios, el huertos, parcelas y los organopónicos se convierten en una realidad del Programa de la agricultura urbana familiar, unido a la cría de animales con fines sociales, que garantizaran la soberanía alimentaria.

En el criterio de los autores de este trabajo, el municipio Abreus cuenta con potencialidades para reorganizar tales ideas y darle valor agregado con la concepción de la Ley SAN (2022); y su el cumplimiento de los aspectos de la Tarea vida, relacionados con la producción de alimentos a nivel local; sin embargo, en ello será necesario reconocer las esencialidades de cada comunidad para poder identificar sus debilidades y actuar en consecuencia, análisis que consideró lo necesario de caracterizar los espacios oportunos para incentivar la producción de alimentos en huertos, patios y parcelas familiares a tono con los principios agroecológicos; aspecto que se presenta en el siguiente apartado.

Audiencias y reflexiones desde la Estrategia de desarrollo municipal: Patios y parcelas

A partir del análisis realizado los autores asumen que se hace necesario la valoración del rol de las Organizaciones que interactúan con los productores de patios y parcelas, reconociéndose por Vázquez, et al.,(2022); el papel fundamental de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), que funciona como coordinadora del Movimiento Agroecológico de Campesino a Campesino (MACaC), ente rector del Programa Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar; en tal dirección, ambas entidades han sido protagonistas en la generalización de la agroecología, y el fomento de las innovaciones tecnológicas; en ello, el Programa de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, reconoce la agroecología y la define como la producción de alimentos sobre la base del cultivo de hortalizas, frutales, forrajes, plantas ornamentales, medicinales, aromáticas y forestales, así como la cría de animales (cabras, conejos, cuyes, caracoles, ranas, peces) dentro y muy próximo a los límites de las ciudades; además incluye tratamiento y reciclaje de basura y aguas utilizadas, servicios, procesamiento agroindustrial, comprende el mercadeo, distribución y consumo en áreas urbanas para beneficio de la población de bajos ingresos a través de la mejora de la nutrición y el empleo, incorporando tecnologías y manejo ambiental; doctrina que se asume en el constructo práctico de la investigación.

Además se asumen los desafíos de la agricultura cubana, a partir de las políticas en esa dirección que consideran la Ley SAN (2022) y los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución para el período 2021-2026; en la cual se muestra en el apartado V., la política de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente, que considera los Lineamientos entre el 74 y el 89, considerándose como aspectos claves, y de modo particular los que refieren el situar en primer plano el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en, teniendo como base la estrategia de trabajo del Gobierno y los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social; el desarrollo de investigaciones y la utilización de sus resultados, la evaluación de impactos en la toma de decisiones, la superación, producción científica y la innovación.

En ese documento el apartado VII., analiza las proyecciones de la política agroindustrial

A partir de los Lineamientos entre el 115 y el 131; los cuales se asumen en este trabajo, con énfasis en el uso de la tierra, su explotación eficiente y al incremento sostenido de las producciones, la reducción de las áreas ociosas y las deficientemente explotadas, el incremento de la producción sostenible de viandas, hortalizas, granos, frutas y plantas medicinales, la consolidación de los polos productivos y su encadenamiento con la industria, integrándose con la creación de minindustrias y apoyándose en el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, en pos del perfeccionamiento de Programas de Autoabastecimiento municipal para lograr la implementación del Plan de Soberanía Alimentaria y Educación

Nutricional, que se deriva de la contextualización de la Ley SAN (2022).

En esa perspectiva se corroboró con la Dirección de desarrollo local, en el municipio Abreus, que la Estrategia de desarrollo Municipal consideró como la primera Línea estratégica: Fortaleciendo el tejido económico municipal a través de su potencial endógeno, en pos de la diversificación del tejido económico-productivo municipal a través de la formación empresarial de los municipios abreuneses. En tal proyección se realizó la presentación de los objetivos siguientes: potenciar el desarrollo económico territorial e inclusivo, creando políticas que faciliten la conciliación de la vida familiar y laboral de la mujer, así como nuevas oportunidades de empleo para estas y favoreciendo la creación de redes asociativas de mujeres; crear nuevas fuentes de empleo atractivas, estables y diversas para los jóvenes, disminuir el creciente aumento de la exclusión social, en aras de aumentar la participación de la población en movimientos asociativos y aumentar la oferta formativa para los jóvenes basada en las necesidades para el desarrollo del municipio.

Las audiencias y reflexiones desde la Estrategia de desarrollo municipal, corroboraron aspectos, en los cuales se deberá centrar la atención para contribuir a los resultados esperados en el Programa de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Estos aspectos se declaran como debilidades que afectan el Subprograma de patios y parcelas: aún no cuenta con políticas públicas que se relacionan con la agroecología y sus bondades a favor de los resultados productivos, la identificación de los principales factores que afectan la productividad y de los productores, la valoración de las producciones y los destinos, lo cual incluye los desperdicios, la diversidad de cultivos, el fomento de encadenamientos productivos y cadenas de valor y la socialización de buenas prácticas logradas antes de la Ley SAN (2022) para ser utilizados como experiencias; en ello se reconoció que carecen de promoción y aplicación en la práctica agrícola, luego es evidente que los resultados científicos permanecen sin ser utilizados a favor de la soberanía alimentaria y la educación nutricional en patios y parcelas de Abreus.

Las reflexiones teóricas derivadas del análisis y la síntesis de los documentos estudiados permitieron a los autores establecer las conclusiones.

CONCLUSIONES

Las reflexiones realizadas a partir de considerar la actualidad, retos y perspectivas en la soberanía alimentaria local consideraron el análisis de documentos y criterios emanados de espacios de debates científicos; aflorando una idea convergente en la utilización de la agroecología para consolidar la agricultura próspera y sostenible necesaria y adaptada a las condiciones socioeconómicas actuales; en ello tiene un papel esencial la consolidación de la Línea estratégica de producción de alimentos en la estrategia de desarrollo municipal, en la cual, el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, deberá satisfacer las demandas crecientes de la población, sin

embargo, se reconoce que persisten debilidades afectándose sus resultados, los cuales pueden ser modificados a partir de la implementación de la Ley y el Reglamento de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional, aprovechándose la agroecología en patios, parcelas y huertos familiares, como una alternativa viable, que permite la identificación de recursos locales disponibles a favor de la producción de alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional del Poder Popular. (2022). Ley 148/2022 Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (GOC-2022-754-O77). Decreto 67/2022 Reglamento de la Ley de Soberanía Alimentaria y Seguridad Alimentaria y Nutricional (GOC-2022-755-O77). Gaceta Oficial No. 77. Ordinaria de 28 de julio de 2022
- Becerra Fonseca, E.J., Nodarse Castillo, M., Castellanos González, L. & Pérez Reyes, C.M., (2022). Manejo agroecológico participativo de moluscos plagas en organopónicos fortalecida desde una perspectiva de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 224-330.
- Bellenda, B., Galván, G., García, M., Gazzano, I., Gepp, V., Linari, G., & Faroppa, S. (2018). Agricultura urbana agroecológica: más de una década de trabajo de Facultad de Agronomía (Udelar). *Agrociencia Uruguay*, 22 (1), 140-151.
- de Humboldt, Albarracín Zaidiza, J. A., Fonseca Carreño, N. E., & López Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Casoprovincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), 39-55.
- Díaz-Canel Bermúdez, M.M., Núñez Jover, J., & Torres Paez, C.C. (2020). Ciencia e innovación como pilar de la gestión de gobierno: un camino hacia los sistemas alimentarios locales; 8 (3) 367-387. <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/372>
- FAO, MINAG & ACTAF. (2021). Iniciativas y evidencias innovadoras de agricultura sostenible y agroecología para el desarrollo rural, escalables a políticas públicas en Cuba. <https://doi.org/10.4060/cb5990es>
- González Pérez, Y., Álvarez Marqués, J. L., Rodríguez Jiménez, S. (2022). Caracterización de una Finca Familiar campesina en Transición Agroecológica. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 116-122. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

- Marrero Cruz, M. (2020). Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Autoabastecimiento alimentario a nivel de comunidades es un asunto de seguridad nacional. <https://www.granma.cu/cuba/2020-02-16/autoabastecimiento-alimentario-un-asunto-de-seguridad-nacional-16-02-2020-21-02-00>
- Marrero Cruz, M. (2022). Balance nacional del Programa Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Autoabastecimiento alimentario: un asunto de seguridad nacional. <https://www.cubainformacion.tv/cuba/20221227/1-balance-nacional-del-programa-de-la-agricultura-urbana-suburbana-y-familiar>.
- Peña Turruellas, E. (2022). Balance nacional del Programa Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. <https://www.cubainformacion.tv/cuba/>
- Peña, E. (2018). Introducción a los Lineamientos de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. (21 ediciones). INIFAT.
- Saldaña, M., & Adán Verdugo, A. (2022). Uso de tecnologías agroecológicas en la Granja Urbana del municipio Camagüey. *Agrisost*, 28 (1) 8.
- Sierra Reyes, Y., Pérez Torres, E., de Dios Martínez, A., Rodríguez Saldaña, M., & Adán Verdugo, A. (2022). Uso de tecnologías agroecológicas en la Granja Urbana del municipio Camagüey. *Agrisost*, 28(1-8). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6418405>
- Vázquez, L.L. (2022). Sistematización de la adopción del manejo agroecológico de plagas en Cuba. *Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local*. 9 (1) 34-51).

03

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

GRUPO CIENTÍFICO ESTUDIANTIL: EXPERIENCIA EN PATIOS Y PARCELAS FAMILIARES DE LAS DEMARCACIONES ABREUS Y CIENEGUITA

STUDENT SCIENTIFIC GROUP: EXPERIENCE IN FAMILY YARDS AND PLOTS OF THE ABREUS AND CIENEGUITA REGIONS

María Rosa Núñez González¹

E-mail: mununez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6181-8864>

Álvaro Calzada Díaz de Villegas²

E-mail: acalzada@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-7379>

Fernando Iglesias Royero¹

E-mail: etppcaunao@sanveg.cfg.minag.gob.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8308-5091>

¹Centro Universitario Municipal Abreus. Cienfuegos.

²Facultad de Agronomía. Universidad de Cienfuegos.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Núñez González, M. R., Calzada Díaz de Villegas, A., Iglesias Royero, F. (2023). Grupo Científico Estudiantil: Experiencia en patios y parcelas familiares de las demarcaciones Abreus y Cieneguita. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 23-29. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La ponencia forma parte del Simposio 7: Vinculación universidad-sector productivo y servicios: una visión estratégica para el desarrollo sostenible; en el II Taller Internacional "Universidad – sector productivo y servicios. El trabajo expone los resultados de un grupo científico estudiantil, que socializa una experiencia de investigación en patios y solares familiares de las demarcaciones Abreus y Cieneguita, el objetivo es: Sistematizar los resultados de un grupo científico estudiantil, de la carrera de Ingeniería Agrícola, que investiga las potencialidades y debilidades que tiene hoy el Subprograma de patios y solares familiares en barrios de la demarcación de Abreus; en pos de contribuir al fortalecimiento de la Estrategia de desarrollo municipal, en correspondencia con las políticas de la Ley de Soberanía y la seguridad alimentaria y la educación nutricional. La sistematización de los resultados obtenidos muestra el desarrollo por etapas de investigaciones que permitirán reconocer las potencialidades y debilidades que tiene hoy el Subprograma de patios y solares familiares en barrios de la demarcación Abreus y Cieneguita; en él se presenta un recorrido teórico práctico por las etapas y resultados que hasta la fecha se han obtenido de esta experiencia; todo, que nutrirá el trabajo de la Granja Urbana, en el territorio.

Palabras clave:

Grupo científico estudiantil, patios, parcelas, Estrategia de desarrollo municipal.

ABSTRACT

The work exposes the results of a scientific student group, that socializes an experience of investigation at yards and family plots of land of demarcations Abreus and Cieneguita. The objective is: Systematizing the results of a scientific student Group of the Agricultural Engineering career, which investigates potentialities and weaknesses that we have nowadays. The Subprogram of yards and family plots of land at neighborhoods of Abreus demarcation is pursuit of contributing to the strengthening of the Strategy of municipal development and mainly with the policies of Sovereignty Law and alimentary certainty and nutritional education. The systematization of the obtained results evidences the development for stages of investigations that the recognition of potentialities and weaknesses, that we have nowadays, will enable the Subprogram of yards and family plots of land at neighborhoods in the demarcation of Abreus and Cieneguita. In it, we encounter a theoretical practical journey of the stages and results, that up to this date we have obtained of our experience, everything, which will nourish the task of the Urban Farm at the territory.

Key words:

Scientific student group, yards, plots of land, strategy of municipal development.

INTRODUCCIÓN

Díaz Canel, Núñez & Torres (2020); coinciden en la idea de dar mayor protagonismo a los municipios, y las comunidades, en aspectos que los involucren como portadores en el fomento de capacidades para ser agroproductores, y en esa dirección es importante la Política que impulsa el Desarrollo Territorial, como alternativa para una autonomía necesaria, sustentable, con una sólida base económico-productiva; aspectos refrendados en la Constitución de la República de Cuba (2019), en sus artículos 77 y 78, que establecen para todas las personas el derecho a la alimentación sana y adecuada, y a consumir bienes y servicios de calidad que no sean atentatorios a su salud, a acceder a información precisa y veraz sobre los mismos y a recibir un trato equitativo y digno, conforme a la ley y, en consecuencia, el Estado crea las condiciones para fortalecer la seguridad alimentaria de toda la población.

Posteriormente y sobre la base de este antecedente en el año 2022, la Asamblea Nacional del Poder Popular de la República de Cuba, acuerda dictar la Ley No. 148: Ley de soberanía alimentaria y seguridad alimentaria y nutricional; que implican repensar la Estrategia de desarrollo territorial a tono con las políticas antes analizadas y de manera particular con los Programas nacionales que articulan la producción de alimentos y resultó de interés para esta investigación el Programa de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, y dentro del mismo el Subprograma de Patios y Parcelas, a tono con las demandas actuales de producción, comercialización y consumo de alimentos.

Las contribuciones del Programa de la agricultura urbana, suburbana y familiar en Cuba apuntan a que ocupa más de dos millones de hectáreas de tierras cultivables y administra 147 000 fincas suburbanas; el principio fundamental ha sido la producción sostenible de alimentos sobre bases agroecológicas: Falcón (2020); González, Álvarez & Rodríguez (2022), Saldaña & Adán (2022); sin embargo, la situación actual del Programa de la agricultura urbana, suburbana y familiar en Cuba, analiza retos y perspectivas, relacionados con un mejor aprovechamiento del fondo de fomento agrícola, y la producción de alimentos locales, en esa perspectiva, para el año 2023, indicaron Marrero (2022), y Peña (2023), se deben desplegar acciones que permitan la identificación de recursos locales disponibles y una incorporación mayor de patios y parcelas en las producciones para la familia y para el barrio.

El tema analizado, es de importancia capital y en el municipio Abreus, el Programa de la agricultura urbana, suburbana y familiar tiene antecedentes significativos y tuvo un esplendor con resultados muy alentadores; sin embargo, en la última década sucede todo lo contrario y hoy adolece de un movimiento, que está decaído e implica de manera urgente mirar al pasado para, desde la génesis de las experiencias, enriquecerse y renovar la utilización de patios y parcelas en pos de la producción, comercialización y consumo de alimentos. Las reflexiones realizadas permitieron analizar la necesidad del fortalecimiento en la explotación productiva de patios y parcelas familiares en

el municipio Abreus; a tono con la idea de Núñez (2017), quien refiere la importancia de hacer avanzar las transformaciones de la ciencia y la técnica que se han emprendido en Cuba a partir de la utilización de los estudiantes de los Centros Universitarios Municipales en su conexión con el desarrollo local.

En ese interés, el **objetivo** de la ponencia se direcciona a: Sistematizar los resultados de un Grupo científico estudiantil, de la carrera Ingeniería Agrónoma, el cual investiga las potencialidades y debilidades, que tiene hoy día, el Subprograma de patios y parcelas familiares en barrios de la demarcación Abreus; en pos de contribuir al fortalecimiento de la Estrategia de desarrollo municipal, en correspondencia con las políticas de la Ley de Soberanía y seguridad alimentaria y educación nutricional.

La ponencia se inscribe en el Simposio 7: Vinculación universidad–sector productivo y de los servicios: una visión estratégica para el desarrollo sostenible; en el II Taller Internacional “Universidad – sector productivo y de los servicios”.

DESARROLLO

Entramado teórico metodológico en la creación del Grupo científico estudiantil

El Grupo científico estudiantil surge ante la necesidad de establecer una correspondencia con el perfil del egresado que se presenta en el Plan de estudio E, para la formación inicial del Ingeniero Agrónomo en el Centro Universitario Municipal Abreus (CUMA); entendido, el egresado como aquel profesional más integral, dentro de los encargados de la producción agropecuaria; en tal sentido, se consideró por los autores de este trabajo los aspectos que distinguen el desempeño profesional, desde el cual, los futuros egresados deberán manejar de forma racional los recursos naturales involucrados en la producción agropecuaria y para tales fines deberá asumir una matrícula responsable y comprometida en pos de la gestión del conocimiento y la aplicación de métodos científicos que consideran las tecnologías necesarias para su encargo social.

Desde esa perspectiva la creación del Grupo Científico estudiantil consideró la necesidad de la asesoría, la tutoría y la autopreparación como formas de organización de la docencia claves, que favorecen el poder aplicar ciencia, técnica e innovación, con la finalidad de resolver aquellos problemas que afecten la formación inicial del Ingeniero Agrónomo y en ello se facilita la vinculación del CUMA con la Granja Urbana considerada el sector productivo y de los servicios, que necesita de una nueva visión estratégica para el desarrollo sostenible.

En ese interés, los autores de la experiencia consideraron que el Grupo científico estudiantil, está integrado por estudiantes en formación, que tienen objetivos afines a su formación profesional y defendiéndose la idea de propiciar, de forma sistemática, el análisis de temas de interés para el desarrollo científico, tecnológico y docente, estimulando el desarrollo de la actividad investigativa

como estudiantes del nivel universitario, y en esa dirección se proyectó la promoción y estimulación de la Línea de Desarrollo Investigativo que comprende el Programa de la Agricultura urbana, suburbana y familiar, en correspondencia con las necesidades del territorio; y el establecimiento de las relaciones de trabajo con la dirección de la Granja Urbana, la dirección de desarrollo del Gobierno, y la vice-intendencia que atiende la línea Estratégica, según interés de la investigación.

Esa posición favoreció que el Grupo Científico estudiantil analizó como el ingeniero agrónomo deberá considerar las condiciones concretas del territorio en cuanto a la disponibilidad de los recursos naturales, humanos y de capital; a tono con las perspectivas surgidas desde las nuevas miradas a la producción de alimentos y el aprovechamiento de los recursos a nivel local; situación que implica las demandas de la agricultura cubana en relación a la formación de profesionales de la agronomía capacitados para enfrentar estos desafíos en conjunto con los demás especialistas, técnicos, obreros y otros profesionales, así como con la población de cada comunidad con la que van a interactuar en el proceso investigativo.

Además, fueron analizadas las esferas en que deberán interactuar los miembros del Grupo científico estudiantil, a partir de la labor que desempeñan como investigadores, para lograr gestionar eficientemente los procesos de dicha actividad a fin de que se generen de forma estable los productos necesarios para que se satisfaga la demanda social, sin obviar la conservación del medio ambiente y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria; acordándose en este caso, que el producto final será la elaboración y presentación de una caracterización de la comunidad por cada estudiante; para luego, de finalizada la investigación, conformar un informe científico, que retroalimente a la Granja Urbana, del estado de arte, que tienen hoy los patios y parcelas, en las demarcaciones estudiadas.

Luego, el análisis consideró los problemas generales, afines a la profesión, que requieren de la gestión del conocimiento científico-técnico asociados a un conjunto de disciplinas imprescindibles para el desempeño del Ingeniero agrónomo. A partir de la aplicación de técnicas participativas, el debate y la reflexión individual y grupal, en el Grupo Científico estudiantil se analizaron los Problemas profesionales más generales y frecuentes que se declaran en el Plan de estudios E; los cuales se identifican con los propósitos del Grupo, los cuales fueron reformulados en ese interés:

- Mantener una conducta acorde con la ética y los principios revolucionarios, fomentando relaciones humanas y sociales armónicas en las comunidades y el entorno productivo de la investigación; analizándose aspectos teórico – metodológico de alternativas tecnológicas para el desarrollo de una producción agropecuaria sostenible, con el uso racional de los recursos naturales, humanos y de capital (financieros y recursos materiales como maquinarias e implementos agrícolas, sistemas de riego, entre otros).

- Identificación de temas de capacitación, y de ideas de proyectos que contribuyan a la solución de problemas productivos y al desarrollo local, como parte del entramado de la investigación.
- Análisis de soluciones ante problemáticas como el almacenamiento en condiciones adecuadas de las producciones, el manejo post-cosecha, el destino y comercialización, y las necesidades de los productores de patios y parcelas, y de propuestas para solucionar el asesoramiento en la gestión económico-financiera de los productores de estos patios y parcelas.

Desde esa perspectiva, en el Grupo Científico estudiantil, se colegió que en el contexto de actuación del municipio Abreus, los principales problemas profesionales se enmarcan en las sinergias que deben generarse para la articulación con la Estrategia de desarrollo municipal y la participación en la búsqueda de soluciones aplicándose la ciencia, la técnica y la innovación a favor de la producción, y comercialización de alimentos, al implicar en esos problemas los encadenamientos productivos y las cadenas de valor, necesarios para impulsar el subprograma de patios y parcelas.

Otro aspecto de interés analizado por el Grupo Científico estudiantil fue el Objetivo General, declarado en el Plan de estudio E, que indica: Gestionar eficientemente los procesos productivos en los sistemas de producción agropecuaria, ejecutándolos con calidad mediante el empleo de métodos, técnicas y tecnologías agronómicas, zootécnicas y socioeconómicas, apoyados en la utilización de tecnologías de la información, la información científica-técnica disponible en su lengua materna y en idioma inglés, así como la transmisión de sus conocimientos y experiencias asumiendo una actitud acorde con la ética de la profesión y con sólidos principios estéticos, morales, humanistas, de solidaridad, honestidad y responsabilidad; propios de un profesional revolucionario, comprometido con el socialismo y el país cuyo propósito es el incremento estable de alimentos y materias primas de origen vegetal y animal requeridos por la sociedad, con el mínimo daño al medio ambiente.

Desde esa idea, se consideró que en el contexto de formación del Ingeniero Agrónomo en el CUMA, que dicho objetivo deberá contar con las sinergias necesarias entre la formación inicial y posgraduada, en una visión futurista que implique motivaciones e intereses hacia la superación profesional; además, de reflexionar en aspectos contentivos de las políticas actuales, que implican una mirada a las concepciones jurídicas vigentes y al desarrollo local, observado en la concientización de productores, menos importadores y más exportadores, aprovechando las potencialidades del municipio a esos fines.

Luego, en interés de la creación del grupo Científico estudiantil los autores de este trabajo asumen la actividad pedagógica cooperada, como un principio rector en el funcionamiento del grupo; entendida desde las ideas de Núñez (2016), como un proceso inherente a la actividad social, que refleja la unidad de acción de los miembros de un grupo como resultado de la coordinación y

combinación de las potencialidades individuales, en la búsqueda de soluciones a partir de la acción individual de sus miembros en un interés colectivo, considerándose un acto instructivo - educativo, que implica el desarrollo de habilidades para: la buena escucha, la interpretación, la voluntad de compartir, la decisión y del compromiso y la visión de integración.

En este caso, la actividad pedagógica cooperada se reconoce para los estudiantes de la carrera Ingeniería Agrónoma, que coinciden en este grupo científico estudiantil, como aquella que propicia las acciones de coordinación, colaboración e integración sobre la base de la responsabilidad individual y grupal.

Luego, la actividad pedagógica cooperada es punto de análisis, al valorar su realización, y es entendida, por los autores de este trabajo como el conjunto de acciones que favorecen el establecimiento de las relaciones y las influencias educativas participativas a partir de la negociación, la sensibilización, el compromiso y la preparación para asumir el estudio de los patios y parcelas, en un entramado de relaciones individuales que conllevan a un resultado colectivo, en pos de alcanzar las metas previstas, sobre la base de la participación y la comunicación, de modo que logren expresarse de lo general a lo particular, al utilizar métodos activos y técnicas grupales, la vinculación de la enseñanza con la vida, la unidad de los aspectos instructivos-educativos; los que se manifiestan en su carácter transformador, creativo y humano.

A partir del entramado teórico metodológico analizado, se proyecta la concepción práctica del Grupo científico estudiantil creado en el CUM Abreus; contenido que integra el siguiente apartado.

Concepción práctica del Grupo científico estudiantil creado en el CUMA

El proceso de formación del Grupo científico estudiantil se asume desde la coordinación de la carrera Ingeniería Agrónoma en el CUMA, a partir de sinergias establecidas con la Facultad de Agronomía de la Universidad de Cienfuegos la Dirección de desarrollo del Gobierno Municipal y la Delegación Municipal de la agricultura, las Formas productivas y la Granja Urbana.

El objetivo esencial del Grupo científico estudiantil es la contribución en la formación científica de los estudiantes, a partir de considerar las normas establecidas para la culminación de estudios en la modalidad Trabajo de Diploma, y de entrenarlos para la gestión del conocimiento general y particular, a tono con el método científico, la política científica cubana, el sistema de ciencia e innovación tecnológica, los valores y compromisos que se requiere formalizar en los profesionales de los momentos actuales, así como el papel de la actividad científica en la política de desarrollo local sostenible, que se lleva a cabo en Cuba. En esa dirección, el desarrollo de las habilidades investigativas de los estudiantes universitarios de la carrera Ingeniería Agrónoma en el

CUMA, se sustenta en el método científico, a partir de seguir una lógica interna, que identifica la contribución de la propuesta en relación a la formación de capacidades para asumir las líneas estratégicas de desarrollo municipal.

En correspondencia con esa idea, el Grupo científico estudiantil asumió como punto de partida la proyección de nuevos conocimientos científicos en función de las necesidades determinadas en relación al Programa de la Agricultura urbana, suburbana y familiar y de modo particular el Subprograma de patios y parcelas, en interés de contribuir con la Estrategia de desarrollo municipal y el Cumplimiento de la Ley SAN; todo lo cual implicó la elaboración de un instrumento para la realización posterior de la caracterización de los patios y parcelas seleccionados en pos de contribuir a modificar el estado de arte que presenta hoy día, la Granja Urbana del municipio Abreus.

En ese interés fue necesario considerar, desde el punto de vista metodológico, la formación científica de los estudiantes universitarios de la carrera Ingeniería Agrónoma, que se forman en el CUM Abreus, y que asumen la culminación de estudios; luego, este proceso se identificó como continuo, al retomar y retroalimentar los contenidos de las diferentes Disciplinas y asignaturas que recibieron en la formación general y de las ciencias agrícolas; en plena correspondencia con el Modelo del Profesional y los objetivos de cada año aprobado, para luego, proceder a aplicar los componentes que determinaron el nivel de asimilación del conocimiento:

- Gnoseológico, que implicó el sistema de conocimientos en correspondencia con la metodología de la investigación científica
- Procedimental, a tono con la metodología asumida para el desarrollo de las investigaciones, según comunidades asignadas o determinadas.
- Actitudinal, a partir de los modos de actuación responsables mostrados como investigadores, que enfrentaron un proceso de culminación de estudios.

En esa dirección el Grupo científico estudiantil realizó varias actividades de preparación, previas al trabajo de campo, que contribuyeron a formación de capacidades para asumir el proceso de investigación, según etapas y pasos planificados, de común acuerdo. Estas actividades se desarrollaron en sesiones de trabajo bajo la dirección de la coordinadora, asesores, tutores y otros agentes y se direccionaron hacia:

- La gestión del conocimiento de las principales características generales socioculturales, físicas, económicas y geográficas del municipio Abreus; y de modo particular en las comunidades donde se realizaron las acciones del trabajo de campo.
- Análisis de las políticas sociales, económicas y ambientales que direccionan las investigaciones en relación al Programa de la Agricultura urbana, suburbana

y familiar y de modo particular el subprograma de patios y parcelas.

- Situación actual de la Estrategia de desarrollo municipal, programas, proyectos de desarrollo local y políticas públicas; identificación de fortalezas, amenazas, oportunidades y debilidades, que inciden en el desarrollo municipal.
- El cumplimiento de la Ley SAN; a tono con las prioridades del municipio, el Programa de la Agricultura urbana, suburbana y familiar y de modo particular el subprograma de patios y parcelas.
- Reforzamiento del contenido de Metodología de la investigación y articulación con el tema seleccionado, las etapas, metodología y métodos.
- Consensos en relación a los problemas identificados y las alternativas para su solución.

Desde el resultado de esas actividades, se consideró aplicar el método criterio de especialistas para la valoración del instrumento creado que consideró una encuesta a los productores de patios y parcelas, donde se desarrolla actualmente el trabajo de campo de la investigación. Luego, de enviudado a los especialistas, el instrumento creado por los miembros del Grupo científico estudiantil, se recibieron los criterios y fueron realizadas las modificaciones correspondientes; finalmente, los especialistas de común acuerdo, aprobaron el instrumento y lo evaluaron de Muy adecuado.

Desde esa perspectiva se comenzó la exploración inicial, y para ese fin se aplicaron métodos empíricos como la observación, la encuesta, y la discusión grupal; en pos de contribuir a modificar el estado de arte que presentan hoy día los patios y parcelas de la Granja Urbana del municipio Abreus.

El Grupo científico estudiantil asume una estructura, en correspondencia con los intereses de quienes lo integran, en el caso que ocupa este estudio, tiene la participación de formadores (12) y estudiantes (12), para un total de 24 participantes y se define de la siguiente forma: Coordinador (1): Doctor en Ciencias, profesor Titular (1); Asesores (5): Ingenieros agrónomos, profesores universitarios con categoría docente de Asistente y Auxiliar y master en Ciencias (4); Doctor en Ciencias, profesor Titular (1); Tutores (7): Ingenieros agrónomos, profesores universitarios con categoría docente de Asistente y Auxiliar y master en Ciencias (4); Ingenieros agrónomos con experiencia profesional (3); Otros profesionales (7): que integran la Dirección de desarrollo del Gobierno Municipal y Coordinadores de Programas y proyectos (Vice-intendentes); Estudiantes de la carrera Ingeniería Agrónoma del CUM, en culminación de estudios (10).

Los estudiantes fueron distribuidos, para la realización de la investigación en diferentes barrios, de las demarcaciones Abreus y Cieneguita:

1. Barrio Seborucal; 2. Barrio San Felipe I., 3. Barrio San Felipe II., 4. Barrio La Esperanza I., 5. Barrio La

Esperanza II., 6. La barca, 7. Casa Blanca, 8. Llega y pon, 9. Plazoleta, 10. Cieneguita.

Los resultados de la exploración inicial que realizó el Grupo avalaron que, de modo general, las comunidades del municipio Abreus, tuvieron experiencias y muy buenas prácticas en la atención a patios y parcelas familiares; sin embargo, en la actualidad se reconocen aspectos que comprometen la soberanía alimentaria de sus pobladores. Entre esos aspectos, los estudiantes del Grupo científico estudiantil, en la etapa exploratoria identificaron en patios y parcelas:

- Espacios de tierras ociosas sin producir alimentos en patios y parcelas familiares.
- Falta motivación de los productores para la creación de pequeños y medianos organopónicos (génesis del programa.)
- Las áreas cultivadas minimizan, en caso de emplearlo, el uso de materia orgánica para enriquecer suelos y beneficiar plantaciones.
- desconocimiento de otras alternativas como el empleo de lombricultura, el compost, las cercas vivas.
- La gestión de semillas, materia orgánica, trámites bancarios e insumos.
- La diversidad de los frutales, hortalizas y viandas.
- Escaso fomento de la apicultura.
- Es mínima la crianza de abejas melíponas y animales con destino a la alimentación humana.
- Muy pocos cultivos con destino a la alimentación animal.
- No prevalece el cultivo de peces de agua dulce.
- Falta de autonomía para las gestiones económicas.
- Prácticas no adecuadas en relación al consumo de agua para lograr las producciones.
- Falta capacitación y gestión de conocimientos.
- No se hace un adecuado uso de los desperdicios y restos de cosecha.

Las reflexiones realizadas permitieron a los estudiantes que integran el Grupo científico estudiantil el reconocimiento de un problema de investigación a partir de considerar la necesidad del fortalecimiento de la producción de alimentos en patios y parcelas familiares en los contextos de actuación seleccionados para la realización del trabajo de campo. En tal dirección consideraron, de común acuerdo, la determinación del siguiente objetivo para la realización de las investigaciones: Caracterizar los patios y parcelas seleccionados, a partir de los indicadores sociales, culturales, ambientales, y agroproductivos, en los barrios seleccionados de las demarcaciones Abreus y Cieneguita.

Los objetivos específicos, proyectaron los siguientes resultados:

1. Analizar los fundamentos teórico-metodológicos derivados de los Lineamientos para el Programa de la agricultura urbana, suburbana y familiar, con especificidades del subprograma de patios y parcelas observado como una alternativa para la producción de alimentos.
2. Validar los indicadores determinados en el instrumento creado, en interés de la investigación, por el método criterio de especialistas.
3. Aplicar el instrumento a productores, mostrando los resultados de los indicadores sociales, culturales, ambientales, y agroproductivos, en la comunidad La Esperanza, de la demarcación Abreus.

Desde esa perspectiva el Grupo científico estudiantil, defiende la siguiente idea de investigación: la caracterización de los patios y parcelas seleccionados, a partir los indicadores sociales, culturales, ambientales, y agroproductivos, fortalecerá la producción de alimentos en patios y parcelas familiares en la comunidad La Esperanza, de la demarcación Abreus, en el año 2024, favoreciéndose la seguridad, soberanía alimentaria y la educación nutricional.

Para tales propósitos de investigación, el Grupo científico estudiantil planificó el desarrollo de las investigaciones durante el período comprendido entre enero del año 2021 y septiembre del 2022, con la realización de un estudio de carácter descriptivo, explicativo y no experimental, en patios y parcelas seleccionados por criterio intencional, como parte de la culminación de estudios del Ingeniero Agrónomo; analizándose la ubicación del municipio Abreus; de la provincia de Cienfuegos, situado hacia el OSO de esta, en los 22° 14' lat. N y los 80° 38' long. O. Límites: al N, los municipios de Aguada de Pasajeros y Rodas; al E, los municipios de Rodas y Cienfuegos; al S, el municipio de Ciénaga de Zapata y el mar Caribe; al O, el municipio de Aguada de Pasajeros; con una extensión total de 563,5 km², su población representa el 7,6 % del total de la provincia. Tiene una población de 31 171 habitantes, de ellos residen en la parte urbana 22 322 y en la rural 8 849 para una densidad de 50.8 hab/km². En este caso, se estudiarán barrios de las demarcaciones Abreus y Cieneguita.

El diseño previo de la investigación consideró tres etapas, con sus correspondientes pasos; que, de forma general, responden a esta idea; aunque los estudiantes las identificaron de formas diferentes:

- Etapa I. Búsqueda de información preliminar

En esta etapa procedieron a la recolección de la información necesaria para dar inicio al proceso investigativo; y tuvo como propósito acopiar elementos iniciales a ese fin, y obtener la información necesaria para la realización de la investigación, y contó con dos pasos, para la salida al primer objetivo específico:

Paso 1. Revisión documental. Procedimiento: estudio y análisis de los antecedentes teóricos, prácticos y metodológicos del tema, y determinación de la bibliografía a

emplear. Resultado esperado: información del comportamiento del tema.

Paso 2. Elaboración de un informe contentivo de la información obtenida. Procedimiento: síntesis de la información obtenida. Resultado esperado: procesamiento de la información, establecimiento de regularidades.

- Etapa II. Trabajo de campo

En esta etapa se procedieron a la realización del trabajo de campo y se aplicaron los pasos 3, 4, con la salida al segundo y tercer objetivo específico de la investigación.

Paso 3. Elaboración del instrumento de diagnóstico y la validación del mismo por el criterio de especialistas. En ese paso se consideró la determinación de los resultados que deberán atenderse en el proceso de elaboración del instrumento de diagnóstico y la validación del mismo, para luego, de ser aprobado por los especialistas proceder con la aplicación y el procesamiento de los datos obtenidos, para ello, se utilizará una hoja de cálculo de Microsoft Excel y el paquete estadístico SSPS V. 21.

Paso 4. En este paso se realizará la caracterización del total de patios y parcelas seleccionados; dando cumplimiento al objetivo de la investigación.

Resultado esperado: elaboración de la caracterización del total de patios y parcelas seleccionados con la presentación de las potencialidades y debilidades.

Etapa III. Presentación de los resultados de la investigación. Es una etapa que considera la organización estructural del informe y la presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones. Se desarrolla mediante los pasos 5 y 6.

Paso 5. Elaboración del informe de investigación. Procedimientos: análisis y síntesis, procesamiento de los datos obtenidos. Resultados esperados: Organización del informe de investigación.

Paso 7. Presentación de resultados finales. Procedimientos: análisis y síntesis, procesamiento de los datos obtenidos. Resultados esperados: defensa de los resultados de la investigación.

Otro elemento a debate con salida en la actividad pedagógica cooperada fue la determinación de los Métodos y técnicas que se emplearon en el proceso de investigación; luego, para la realización de las Etapas y sus pasos se empleó el método dialéctico-materialista como método rector del conocimiento científico, complementándose con la utilización de métodos teóricos, empíricos y matemático estadísticos.

Resultados parciales del proceso de investigación

En el momento de escribir este trabajo el Grupo Científico estudiantil muestra resultados parciales, corroborados en los talleres de tesis que han realizado para el control del componente científico laboral; dichos resultados de investigación se identifican en:

En la primera etapa, aflora el resultado del primer objetivo específico; lograron el análisis de los fundamentos teórico-metodológicos derivados de los Lineamientos para el Programa de la agricultura urbana, suburbana y familiar, con especificidades del subprograma de patios y parcelas observado como una alternativa para la producción de alimentos; y en esa dirección presentaron una carpeta digital, resultado de la búsqueda y revisión bibliográfica, respecto al tema de investigación, que contiene la siguiente información: Documentos de la política (13); Tesis de maestría y Doctorados (21); Trabajos de Diploma (34); Artículos científicos (23); de estos corresponden a autores cienfuegueros (13). En ese resultado se presentaron informes que de manera general resumen el comportamiento del tema, estableciéndose las regularidades siguientes:

- Existencia de marco teórico conceptual y político desde una concepción agro-productiva y medio-ambiental, refrendada en los objetivos de la Agenda 2030, el reconocimiento de los impactos del cambio climático y sus efectos en la producción de alimentos.
- En la Constitución de la República, el artículo 23 reconoce que las tierras son de propiedad socialista de todo el pueblo, y se emplearán a los fines del desarrollo económico y social del país, siempre que no afecten los fundamentos políticos, económicos y sociales del Estado; el artículo 169, asume la autonomía del municipio para decidir sobre la utilización de sus recursos; en los Lineamientos de la política económica y social para el periodo 2021 al 2026, se plantea en el 125: el potenciar y perfeccionar la ejecución de los Programas de Autoabastecimiento municipal y de Agricultura urbana, suburbana y familiar para alcanzar y sostener los objetivos, indicadores y metas planteados de producción y consumo de viandas, hortalizas, granos, frutas y proteínas de origen animal en cada territorio; y en el 127, Implementar el Plan Nacional de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional (Plan SAN).
- En los Lineamientos del programa de la Agricultura urbana, suburbana y familiar, los Objetivos del Subprograma patios y parcelas promocionan el vincular al Programa el mayor número posible de patios y parcelas familiares con producciones de alimentos, para el fortalecimiento del autoabastecimiento alimentario familiar y local y convoca a la transformación de espacios baldíos o subutilizados en áreas productivas embelleciendo a su vez el entorno urbanístico local, y al incremento de la biodiversidad en plantas y animales, la estimulación del volumen de alimentos producidos en patios y parcelas familiares, el desarrollo de la cultura agroalimentaria.

En la segunda etapa, que previó el Trabajo de campo, tuvo salida el segundo objetivo específico, que considero la aprobación del instrumento creado en interés de la investigación, por los especialistas; su aplicación y procesamiento de los datos obtenidos en ese proceso; con ello se precederá a la caracterización de los patios y parcelas

seleccionados; situación que, luego, permitirá la salida al tercer objetivo específico de la investigación con la determinación potencialidades y debilidades en los patios y parcelas de las demarcaciones Abreus y Cieneguita.

La experiencia que se debate, no tiene antecedentes en el contexto del CUMA; y actualmente los integrantes del Grupo científico trabajan en la tercera etapa de la investigación.

CONCLUSIONES

La sistematización de los resultados obtenidos por el Grupo científico estudiantil, de la carrera Ingeniería Agrónoma, muestran el desarrollo por etapas de investigaciones que permitirán el reconocimiento de las potencialidades y debilidades, que tiene hoy día, el Subprograma de patios y parcelas familiares en barrios de la demarcación Abreus y Cieneguita; en ello, se presenta el cumplimiento de los objetivos específicos en pos de contribuir al fortalecimiento de la Estrategia de desarrollo municipal, en correspondencia con las políticas de la Ley de Soberanía y seguridad alimentaria y educación nutricional; todo, lo cual nutrirá el quehacer de la Granja urbana, en el territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Díaz Canel Bermúdez, M.M., Núñez Jover, J., Torres Paez, C.C. (2020). Ciencia e innovación como pilar de la gestión de gobierno: un camino hacia los sistemas alimentarios locales. *COODES 8 (3) 367-387*. <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/372>
- Falcón López, M.T. (2020). Soberanía alimentaria, agroecología y derecho. *Revista Temas*. 100-101
- González Pérez, Y., Álvarez Marqués, J. L., Rodríguez Jiménez, S. (2022). Caracterización de una Finca Familiar campesina en Transición Agroecológica. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(2), 116-122. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Marrero Cruz, M. (2022). Balance nacional del Programa Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Autoabastecimiento alimentario: un asunto de seguridad nacional. <https://www.cubainformacion.tv/cuba/20221227/1-balance-nacional-del-programa-de-la-agricultura-urbana-suburbana-y-familiar>.
- Núñez, J. (2017). Conocimiento, desarrollo y centros universitarios municipales. Editorial universitaria.
- Peña Turruellas, E. (2023). Agricultura urbana, suburbana y familiar: el reto de producir más alimentos. Periódico Granma Órgano oficial del Comité Central del Partido Comunista de Cuba.
- Saldaña, M., & Adán Verdugo, A. (2022). Uso de tecnologías agroecológicas en la Granja Urbana del municipio Camagüey. *Agrisost*, 28 (1) 8.

ECOLOGÍA MICROBIANA DEL CUERPO HUMANO. RELACIONES BENEFICIOSAS Y PERJUDICIALES

MICROBIAL ECOLOGY OF THE HUMAN BODY. BENEFICIAL AND HARMFUL RELATIONS

Orlando Gualberto Rodríguez del Rey Piña¹E-mail: ogrodriguez@ucf.edu.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6895-4458>Aida Margarita Romero Jimenez¹E-mail: mrromero@ucf.edu.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2550-6983>Reina Dayamí Reina Reyes¹E-mail: rdreyes@ucf.eduORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8294-6806>¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez del Rey Piña, O. G., Romero Jimenez, A. M., Reina Reyes, R.D. (2023). Ecología Microbiana del cuerpo humano. Relaciones beneficiosas y perjudiciales *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 30-38. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Los microorganismos que forman parte del microbiota normal son aquellos que viven permanentemente en los sitios específicos del cuerpo humano, lugar donde encuentran los nutrientes para multiplicarse. El objetivo fundamental del presente trabajo fue describir los grupos microbianos que interactúan con el cuerpo humano, y relacionar las infecciones oportunistas con el microbiota normal. Los resultados del trabajo muestran curiosamente, que un estimado de 129 géneros y especies de microorganismos, componen el microbiota normal, y que esta interactúa de manera simbiótica y comensal con el cuerpo humano, siendo las bacterias el grupo microbiano predominante. Estos microorganismos, se encuentran con mayor frecuencia en el tracto gastrointestinal y en la cavidad bucal. Igualmente encontramos que las bacterias Grampositivas predominan en la piel, y las Gramnegativas en las mucosas. En un segundo momento de la investigación, se logró establecer una comparación entre los microorganismos que forman parte de la microbiota y su potencial como patógenos oportunistas, cuando se rompe el equilibrio físico e inmunológico con el huésped humano, relocalizándose en sitios diferentes, causando infección y enfermedad endógena. De manera que se logra incursionar en un tema que resulta polémico actualmente en el campo de la Microbiología, por lo que resulta novedoso, poder llenar el vacío del conocimiento que posibilita estudios posteriores en temas relacionados.

Palabras clave:

Simbiótica, comensal, microbiota, patógenos oportunistas.

ABSTRACT

The microorganisms that are part of the normal microbiota are those that live permanently in specific places in the human body, where they find the nutrients to multiply. The fundamental objective of this work was to describe the microbial groups that interact with the human body, and to relate opportunistic infections with the normal microbiota. The results of the work curiously show that an estimated 129 genera and species of microorganisms make up the normal microbiota, and that it interacts symbiotically and commensally with the human body, with bacteria being the predominant microbial group. These microorganisms are found more frequently in the gastrointestinal tract and in the oral cavity. We also found that Gram-positive bacteria predominate in the skin, and Gram-negative bacteria in the mucous membranes. In a second moment of the investigation, it was possible to establish a comparison between the microorganisms that are part of the microbiota and their potential as opportunistic pathogens, when the physical and immunological balance with the human host is broken, relocating to different sites, causing infection and endogenous disease. Thus, it is possible to venture into a topic that is currently controversial in the field of Microbiology, which is why it is novel, to be able to fill the knowledge gap that enables subsequent studies on related topics.

Keywords:

Symbiotic, diner, microbiota, opportunistic pathogens.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ecología microbiana del cuerpo humano ha crecido de manera exponencial en la última década en el mundo. Su importancia en el proceso de salud enfermedad del ser humano se hace cada vez más evidente. Se le ha implicado en múltiples enfermedades autoinmunes, autoinflamatorias, en cáncer, obesidad, síndrome metabólico y riesgo cardiovascular. La transgresión del microbioma en ocasiones puede ocurrir por el abuso de ciertos fármacos como antibióticos e inhibidores de bomba de protones, entre otros. Reestablecer el equilibrio entre el microbiota y el ser humano debe de ser prioritario para mantener la salud del individuo (Moreno del Castillo *et al.*, 2018).

La Ecología microbiana humana, difiere de la ecología de otros organismos. Por ejemplo, el microbioma humano, se compone, de más de 100 billones de microorganismos de diferentes especies, los cuales se benefician de nosotros, y a pesar de tener más bacterias que células propias en nuestro cuerpo. Mucha gente ha creído –y sigue creyendo– que las bacterias son malas, pero una gran mayoría de ellas realizan funciones vitales como la intervención en la expresión de genes y prevención de enfermedades; es por eso que el microbioma también ha sido llamado “el órgano perdido” y “el genoma extendido” (De Robertis, 2012).

Antes del nacimiento un feto sano está libre de microorganismos, su primer encuentro se produce en el canal del parto, especialmente en la vagina de la madre. El recién nacido adquiere éstos por el contacto superficial, tragando o inhalando. Posteriormente, a través del ambiente, como objetos o personas que los cuidan; aunque existe la excepción de los nacimientos meconios que ocurren por causas no fisiológicas. La mayor parte de microorganismos que habitan en el cuerpo humano lo hacen porque se benefician de los nutrientes y el hábitat protegido que éste les provee; pero desde el punto de vista del cuerpo humano esta relación puede ser beneficiosa, neutral o perjudicial. Donde algunos microorganismos se establecen permanentemente (microbiota normal), y otros desaparecen rápidamente (microbiota transitorio) (Jawetz, *et al.*, 2006).

Los microorganismos que forman parte del microbiota normal son aquellos, que viven permanentemente en los sitios específicos del cuerpo humano, lugar donde encuentran los nutrientes para multiplicarse, que es el microbiota normal. Existe también el microbiota transitorio, donde los microorganismos son eliminados mediante las normas de higiene personal, como por ejemplo el lavado de las manos, el aseo del cuerpo durante el baño diario, el cepillado de los dientes, el cambio de ropa, y la higiene en general. Por otra parte, los microorganismos del microbiota son necesarios en la digestión de los alimentos, ya que aportan las enzimas para degradarlos, además contribuyen a la consolidación del sistema inmune. Son también fuente de vitamina K y complejo B, además desarrollan procesos de competencia en los sitios anatómicos

donde se establecen, que impiden la invasión de patógenos externos.

Curiosamente, se estima que, en el organismo humano, existen diez veces más células de microorganismos que las del propio cuerpo. Por ejemplo, el genoma humano, tiene entre 20,000 y 25,000 genes, mientras que el microbioma humano en total, alcanza unos 8 millones de genes. Así, los microorganismos que habitan en el aparato digestivo (99% del total de todo el microbiota), tienen una concentración aproximada de dos billones de microorganismos por gramo de materia fecal, y pesan todo un total de 1.3kg, similar a un cerebro humano promedio (Jiménez, *et al.*, 1986).

Por ello, no es posible liberarnos de los microorganismos, ya que somos un sitio ecológico apropiado, que los hacen estables en el hábitat corporal humano. Posemos receptores biológicos específicos que garantizan la unión de los microorganismos a los epitelios de nuestro cuerpo, también los microorganismos, pueden tolerar los potenciales Redox (alta concentración de oxígeno) de los fluidos corporales, tal y como ocurre con la presencia de las bacterias del intestino. Además, los microorganismos del microbiota, producen un tipo de sustancias, llamadas bacteriolisinas, que eliminan otras bacterias por competencia. Por ejemplo, las colisinas, producidas por *Escherichia coli*, y el efecto regulador del pH, en el caso de los *Lactobacilos* en la vagina de la mujer.

Dada la complejidad que representa el nicho ecológico del cuerpo humano y su interacción con los microorganismos, decidimos profundizar en estas particularidades, estudiando la distribución ecológica de los microorganismos por diferentes sitios anatómicos y la relocalización que tiene lugar cuando se producen las infecciones oportunistas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un trabajo de investigación científica, empleando los métodos teóricos y empíricos del conocimiento. Realizando análisis de documentos relacionados con el tema. Para ello se revisó la literatura científica, buscando antecedentes de trabajos similares, en libros, artículos y revistas, así como en las plataformas bibliográficas digitales Scopus, SciELO, PubMed, Redalycs, Latindex, y Google académico. La búsqueda se realizó por vía automatizada, empleando buscadores de confianza y palabras claves como: microbiota y ecología microbiana del cuerpo humano. Esto permitió documentar y organizar toda la información necesaria, referida a los grupos microbianos (bacterias, hongos, virus, y protozoos), que interactúan de forma comensal, mutualista, y perjudicial con el ser humano.

Adicionalmente, y a propósito de los objetivos de la investigación, decidimos relacionar los grupos microbianos con los sitios anatómicos del cuerpo humano, para poder establecer las comparaciones correspondientes, en cuanto a la cuantificación y tipos de especies que componen el microbiota humano normal. A propósito, se diseñó una tabla general (1), ubicada en anexos, en la cual se

vació toda la información obtenida, después de revisar la literatura científica, para brindar una mejor comprensión de la distribución microbiana en el cuerpo humano.

Del análisis y computación de los datos de la Tabla 1, ubicada en anexos, se construyeron gráficos (3) y una tabla (2). Organizando la información por sitios anatómicos (6). Entre los que se encuentran: 1. La piel; 2. Región ocular; 3. Tracto respiratorio; 4. Cavity bucal; 5. Tracto genito-urinario, y 6.

El tracto gastrointestinal.

En un segundo momento de la investigación, fueron revisados los trabajos científicobibliográficos correspondientes, para poder conocer y relacionar la dinámica del microbiota, cuando por razones físicas, fisiológicas e inmunológicas, derivadas del huésped y del medio ambiente, los microorganismos que componen el microbiota, comienzan a producir daños, convirtiéndose en patógenos oportunistas, causando infección y enfermedad endógena. Para ello se diseñó una Tabla 2, donde se seleccionaron algunos microorganismos que componen el microbiota, y que se ubican en un sitio anatómico inicial, pero después se relocalizan, produciendo infecciones secundarias y oportunistas en sitios distantes y diferentes de la anatomía humana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 (anexo 1), recoge la distribución de las especies microbianas, que, de forma beneficiosa o comensal, interactúan con los 6 sitios anatómicos, que fueron propuestos inicialmente para estudiar la ecología microbiana del cuerpo humano. En este caso se contabilizaron 129 especies en general, que incluyen representantes de todos los géneros microbianos (bacterias, hongos, virus y protozoos). Haciendo la aclaración que en la sangre, cerebro y fluidos corporales no se contabilizan especies de microorganismos, porque en condiciones normales estos sitios del cuerpo humano, no presentan colonización microbiana, salvo en los casos, cuando se produzca una infección endógena sistémica. Las especies contabilizadas y registradas en la tabla 1 (anexo 1) por cada sitio anatómico fue la siguiente: En la Piel (11 especies), Región ocular (6 especies), Tracto respiratorio (22 especies), Cavity bucal (33 especies), Tracto genitourinario (21 especies), y Tracto gastrointestinal (36 especies)

Aunque esto resulta un valoración teórica, porque en la práctica el número de microorganismos que pertenecen a una misma especie, y que se encuentran ecológicamente establecidos en el cuerpo humano, superan los millones, por ejemplo en cada centímetro cuadrado de la superficie de la piel humana, podrían haber más de 10, 000 bacterias, estimándose alrededor de 100 billones de microorganismos en toda la anatomía corporal, lo cual constituye el microbioma. A propósito, Petrosino et al. (2008) se refieren a que el microbioma, es la población total de microorganismos con sus genes y metabolitos que colonizan el cuerpo humano e incluye, el tracto

gastrointestinal, genitourinario, cavity oral, región ocular, tracto respiratorio, y la piel.

Por lo que los microorganismos estarán presentes en la topografía humana, siempre que las condiciones ambientales sean favorables. Y entre los factores que más contribuyen a su presencia en el cuerpo humano, se encuentran la adherencia a los epitelios, ya que los microorganismos poseen receptores específicos que les permiten colonizar cada uno de los sitios anatómicos, sin producir daños secundarios. Atendiendo al análisis anterior, Methé et al., (2023), y Moreno del Castillo, (2018), define a la microbiota humana como la comunidad de microorganismos que ocupan un hábitat específico de manera comensal, mientras que el término de microbioma, se refiere a la microbiota y la función que cumple dentro de dicho entorno, se dice además que el microbioma, es el ecosistema interno, que conforman los humanos con los microorganismos.

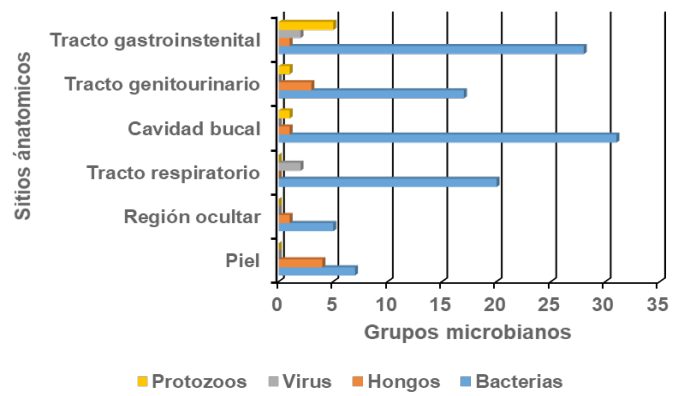


Figura 1. Distribución de los microorganismos por sitios anatómicos

La Figura 1, muestra la distribución de los diferentes grupos microbianos (bacterias, hongos, virus y protozoos) por cada sitio anatómico estimado en el estudio. Se observa, que el sitio donde se encuentra el mayor número de especies de microorganismos, es en el tracto gastrointestinal (36 especies), específicamente en la anatomía de la mucosa del Colon. Este sitio anatómico, supera a la cavity bucal, al tracto genitourinario, y también a todos los demás sitios. Similares resultados son descritos por Llop, et al., (2001), cuando explica que la alta distribución de microorganismos en la cavity bucal, intestino, y tracto genitourinario, se debe fundamentalmente a que, en estas zonas, existen condiciones favorables de humedad, temperatura, nutrientes y pH favorable, para permitir una amplia colonización microbiana, a diferencia del bajo aporte nutricional y otros factores que no encuentran los microorganismos en la piel.

Se observa que las bacterias ocupan un número mayor de sitios anatómicos, seguido de los hongos, después los protozoos y por último los virus. Esto se explica, porque las bacterias en particular y a diferencia del resto de los grupos microbianos, presentan mayores posibilidades nutricionales en el cuerpo humano, utilizando diferentes vías metabólicas (fermentación y oxidación), de manera alternativa para obtener energía. Por ejemplo,

las bacterias que se encuentran en el cuerpo humano, funcionando como microbiota normal, son todas quimioheterótrofas, por lo que pueden tomar la energía (ATP) y el carbono de la misma fuente nutricional, en este caso de los alimentos que consume el ser humano. Además las bacterias, en especial, disponen de mayores interacciones bioquímicas entre los componentes de la pared celular (ligandos) con los receptores de la célula huésped a nivel molecular. Estos componentes bacterianos, son las adhesinas, cápsulas, y fimbrias. Sin embargo, estos atributos anatómicos, no están muy desarrollados en los hongos, y protozoos.

A Propósito Wagner (1990) explica que la mayoría de las bacterias, a diferencia de otros microorganismos, poseen un sistema de adaptación fisiológica más eficiente a la variación del pH del cuerpo humano, pudiendo de esta forma, establecerse en determinados sitios, facilitando su colonización. Las bacterias, también se multiplican más rápido que los hongos, protozoos y virus, además utilizan el oxígeno ocasionalmente, porque algunas son anaerobias facultativas (pueden o no utilizarlo) o microaerófilas (requieren poco oxígeno). También algunas bacterias como *Pseudomonas aeruginosa*, que forma parte de la microbiota de la vía respiratoria e intestinal, presentan mecanismos de apropiación de nutrientes, llamados sideróforos, que garantiza su nutrición constante, a partir de los fluidos corporales del ser humano.

De las 108 especies de bacterias (Tabla 1), 61 son bacterias Grampositivas, y 47 bacterias Gramnegativas. El resto de los grupos microbianos, que también reaccionan a la coloración de Gram, son los Hongos levaduriformes, las Arqueas, y los Actinomicetos, los cuales se consideran Grampositivas. Aunque se aprecia en este estudio, una diferencia entre las bacterias Grampositivas (mayor), con respecto a las Gramnegativas (menor), pero su presencia en algunos sitios anatómicos, no deberá interpretarse de forma absoluta, ya que tanto las bacterias Grampositivas como las Gramnegativas, pertenecen a un género determinado, en el que se encuentran también otras especies que forman parte de la microbiota humana, pero por razones de complejidad técnica e interés del trabajo no se destacan (anexo 1). Sin embargo, estas especies de bacterias, pueden ser clasificadas taxonómicamente, dentro de sus géneros específicos, realizando técnicas de aislamiento, y cultivos en medios selectivos y diferenciales, así como pruebas bioquímicas y actividad fisiológica.

Hay que considerar también, que los resultados en cuanto al tipo de especies bacterianas y números por sitios, pueden ser distintos de una persona a otra. Entiéndase como el número de representantes de un tipo determinado de bacteria, de una misma especie (comúnmente llamado colonia bacteriana, si es un cultivo puro). Ya que las bacterias Grampositivas como las Gramnegativas, muestran cierto dinamismo, y se deslazan a través de toda la anatomía humana, debido a las demandas de nutrientes, y a otros factores específicos asociados a su actividad fisiológica y sobrevivencia.

Estas condiciones nutricionales, que resultan beneficiosas para las bacterias, pudieran variar entre una persona a otra, por lo que las bacterias, cambian de un sitio a otro, adaptándose a las nuevas condiciones. Así, generalmente las bacterias Grampositivas se encuentran en la piel, y las bacterias Gramnegativas, lo hacen mayormente en las mucosas, mayormente colonizando el intestino humano, como, por ejemplo, especies de los géneros *Klebsiella* sp, *Enterobacter* sp, y *Citrobacter* sp.

Otros ejemplos de bacterias Gramnegativas, que están presentes en una alta proporción en el cuerpo humano, son las especies anaerobias de los géneros *Bacteroides* sp y *Bifidobacterium* sp, que ocupan el 96-99 % de todas las bacterias del Colon. Tal es el caso también de *Escherichia coli*, una especie Gramnegativa, que se comporta como anaerobia facultativa, debido a su adaptación a la baja disponibilidad de oxígeno en las mucosas, y que se encuentra formando parte de la microbiota intestinal de los animales. Precisamente en este sitio, pudiera superar en números a otras bacterias del propio intestino, y también a las bacterias Grampositivas, que se encuentran en la piel, así como en otras regiones anatómicas del cuerpo humano.

Asimismo, Murray et al., (2009) consideran que las variaciones de las especies de bacterias Grampositivas y Gramnegativas, en los diferentes sitios anatómicos, se deben fundamentalmente al huésped humano en específico, ya que factores como la edad, las enfermedades, y la alimentación, varían de una persona a otra, que, a su vez, producen cambios considerables en los potenciales de oxidorreducción. Estos potenciales indican la capacidad de las bacterias Grampositivas y Gramnegativas para generar energía y sintetizar nuevas moléculas. En las aerobias que realizan la oxidación, los valores Redox son positivos, y en las bacterias anaerobias que realizan la reducción, los valores Redox son negativos. También influyen otros parámetros, como la temperatura, y el pH de los sitios anatómicos, así como la disponibilidad de nutrientes que determinan la colonización, nutrición y metabolismo de las bacterias, para establecerse como microbiota normal en estos sitios.

Un ejemplo, que ilustra este análisis, es la disbacteriosis que se crea en la región anatómica del Colon de algunas personas, cuando se invierte la microbiota intestinal, a partir de causas fisiológicas derivadas del huésped, lo cual conlleva a un predominio de bacterias Grampositivas, que superan en número a las bacterias Gramnegativas. Esto pudiera desencadenar el llamado "Síndrome de Colon Irritable", que es una enfermedad de origen desconocido, que cursa con cuadros diarreicos intermitentes. Sin embargo, esta afección, puede ser tratada con el uso de probióticos, a base de concentrados alimenticios, que contengan *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterias*, ya que estas bacterias, elevan la concentración de *citosinas*, que impiden a la vez las re-infecciones por otros microorganismos. De igual modo la abstinencia fecal (Constipación), pudiera ser tratada con el uso de concentrados de algunas cepas específicas de *Escherichia coli* por vía oral.

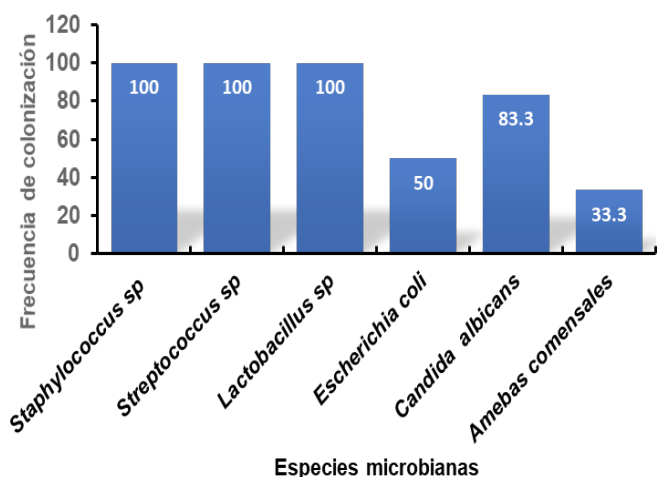


Figura 2. Frecuencia de colonización microbiana por sitio anatómico

En la Figura 2, aparece la distribución por frecuencias de las especies microbianas que colonizan el cuerpo humano, manteniendo su presencia como microbiota normal. En este caso, se observa como las especies bacterianas predominan en todos los sitios (6). En este orden: *Staphylococcus sp* (6 sitios) , *Streptococcus sp* (6 sitios) , *Lactobacillus sp* (6 sitios) , *Escherichia coli* (3 sitios) . Le continúan los hongos levaduriformes, representados por *Candida albicans*, en 5 sitios; y por último, aparecen las *Amebas* comensales, en 2 sitios.

En el caso de los virus , no fueron tenidos en cuenta , para efectuar estas comparaciones, con los demás grupos microbianos , ya que su presencia como microbiota normal en algunos sitios anatómicos del cuerpo humano, es aún cuestionada en la bibliografía especializada , porque que lo hacen siempre de manera parásita , conviniendo de forma transitoria o persistente (ejemplo los adenovirus , rotavirus , herpes virus , enterovirus, etcétera) , dentro de las células, sin provocar daños e infección , hasta tanto , puedan ser activados y replicarse por factores relacionados con el huésped .En este caso la relación biológica: virus –organismo , no ofrecen ningún beneficio al cuerpo humano, a diferencia de lo que ocurre con las bacterias , ya que estas , interactúan de manera comensal con el organismo humano, contribuyendo de forma beneficiosa como microbiota normal, adaptada a este cuerpo humano, del cual forma parte.

Al retomar la información de la figura 2, se observa, que especies de los géneros *Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, y *Lactobacillus sp*, están presentes (100 %) en todos los sitios anatómicos (6), previamente escogidos para efectuar este estudio. Y cuando se profundiza en las características de estas tres bacterias, todas son Grampositivas. Llevan a cabo la nutrición (obtienen el carbono y otros nutrientes), y el metabolismo (obtienen el ATP), con baja concentración de oxígeno (anaerobias facultativas), además toleran valores de pH variables. Factores estos que están presentes en toda la anatomía y fisiología humana.

A esto , se le adiciona , que en estos 6 sitios de la anatomía humana , existen tejidos , con una composición química y física, que son afines a estas bacterias , lo cual le proporcionan, estabilidad y hábitat estable .Las bacterias en particular , poseen adhesinas , que le permiten colonizar varios sitios anatómicos simultáneamente , estableciéndose cómo microbiota normal, además, por razones derivadas del huésped , estas bacterias, también son transportadas por los objetos, ambiente aéreo, aseo personal , y durante la alimentación, favoreciendo su colonización permanente. Iguales consideraciones son referenciadas por Rojas *et al.*, (1988) y Brock. (2015) cuando explican, que el microbiota humano, es dinámica, varía en las diferentes zonas del cuerpo, y cambia en un mismo sitio. También varía con la edad, y de una persona a otra, en dependencia de las características metabólicas y fisiológicas individuales.

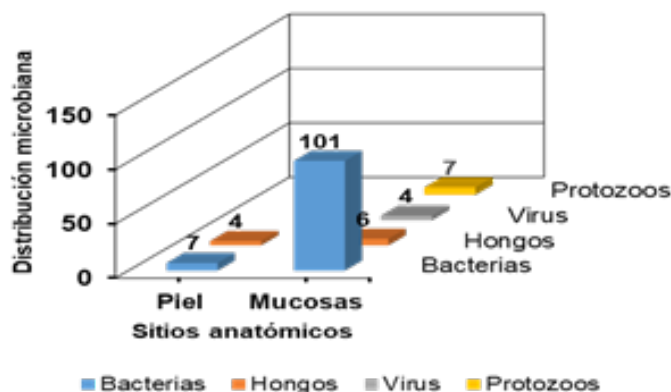


Figura 3. Distribución de los grupos microbianos en piel y mucosas

En la Figura 3, se estudia la distribución de los diferentes grupos microbianos, en la piel y mucosas, que son los sitios más extensos del cuerpo humano, y engloban a los sitios restantes, discutidos anteriormente. Partiendo del análisis de los resultados graficados, se observa, que, en las mucosas, es donde se encuentra la mayor distribución y concentración de microorganismos (116 especies microbianas), sin embargo, en la piel, tan solo 13 especies. Estas especies pertenecen a las bacterias, hongos, virus y protozoos. Así, por ejemplo, en primer lugar, las bacterias son el grupo microbiano predominante (108 especies): 101 en las mucosas y 7 en la piel. Después le continúan los hongos (10 especies): 6 en las mucosas y 4 en la piel. Le siguen los protozoos (7 especies): 7 en mucosas, y ninguno en la piel. Y, por último, se encuentran los virus (4 tipos): 4 en mucosas y ninguno en la piel.

De forma general, en este estudio, el número de especies microbianas fue mayor en las mucosas (116) que en la piel (13), estando mayormente representados por las bacterias. Esto se explica porque en las mucosas, existe un microhábitat que favorece la vida de los microorganismos, por factores relacionados con la humedad, pH y temperatura, lo cual permite la colonización de varios grupos microbianos y de especies diferentes. Además, la piel no es un medio apropiado para el establecimiento de los microorganismos, solo lo hacen aquellos microorganismos del microbiota específico, y otros que de forma ocasional

constituyen el microbiota transitorio. Es la zona más extensa del cuerpo humano, que se encuentra expuesta al medioambiente y a los cambios bruscos de temperatura y desecación, que después durante la higiene corporal se eliminan mecánicamente los microorganismos. También en toda esta zona, existe baja disponibilidad de nutrientes a diferencia de las mucosas, donde es por naturaleza un medio húmedo, rico en sustancias nutritivas, derivadas de los alimentos y también de los tejidos humanos. Todo esto favorece la mayor colonización y distribución de los microorganismos en las mucosas que en la piel

Estos resultados son igualmente referenciados por Allaire *et al.*, (2018) cuando explican que, debido a la disponibilidad de nutrientes, y pH cercano a la alcalinidad, hacen de estas zonas (las mucosas) un lugar apropiado para la vida microbiana. Lo cual, se ha comprobado que el ser humano, contiene más agentes bacterianos intestinales que células "propias" en todo el organismo (10^{14} versus 10^{13}), lo que supone, una participación determinante de los microorganismos en el mantenimiento de nuestra homeostasia y bienestar.

A propósito, los estudios de Rojas *et al.*, (1988) corroboran los resultados encontrados en el presente estudio, ya que la piel, a diferencia de las mucosas, es un lugar hostil para la mayoría de los microorganismos, y su permanencia en esta zona atraviesa por variadas consideraciones. Por ejemplo, la piel, posee diferentes estructuras, y las funciones de cada una son también diferentes. Esto provoca que la epidermis no sea exactamente igual en todas sus porciones, y, por lo tanto, los microorganismos que habitan en sitios diferentes son distintos. Adicionalmente Grice *et al.*, (2023) explican también que los hábitats de la piel, tienden a ser muy diferente entre segmentos corporales o estructuras anatómicas, sin embargo, son muy similares entre individuos de la misma edad y sexo, pues estos poseen propiedades, físicas, químicas y fisiológicas comunes que facilitan la colonización de microorganismos con las mismas características.

Así, el pH de la piel, es generalmente ácido(entre 4 y 6), debido al alto contenido de ácidos orgánicos que se excretan por esta zona del cuerpo , lo cual , resulta poco apropiado para el establecimiento de los microorganismos, y aunque la concentración de microorganismos en esta zona , se encuentra en el orden de 10^3 - 10^4 por cm^2 , estos no permanecen en este sitio por mucho tiempo, debido a la interacción ambiental, que crea variaciones de temperatura , lo cual es contrario a la supervivencia microbiana , dado el medio seco a que se exponen , y a la poca humedad

Por lo que la mayor parte del microbiota normal de la piel, se encuentra en zonas húmedas (10^6 microorganismos / cm^2) del estrato córneo y dentro de los folículos pilosos. Tanto los folículos pilosos y las glándulas sebáceas sirven de reservorio de un pequeño número de microorganismos, que reemplazan los eliminados de la piel por el lavado. Aunque la mayor parte de los microorganismos son arrastrados y eliminados durante la higiene del cuerpo, pero después se normaliza al cabo de las 8 horas. Por lo que el microbiota de piel, consiste generalmente en bacterias Grampositivas, que son las mejores adaptadas a estas condiciones, y pertenecen generalmente a los géneros *Staphylococcus sp* y *Corynebacterium sp*.

La cavidad bucal y el tracto gastrointestinal, por presentar tejidos mucosales, se convierten en las zonas del cuerpo con mayor presencia microbiana, predominando las bacterias Gramnegativas (en el tracto gastrointestinal). Estas bacterias que se encuentran en el tracto gastrointestinal, poseen una variedad de sistemas enzimáticos, que le permite interactuar metabólicamente con diferentes sustratos orgánicos derivados de la alimentación humana. El Colon, por ejemplo, es el mayor reservorio de microorganismos, con conteos de 10^{12} bacterias por gramo de materia fecal recién emitida. Entre ellas las especies anaerobias obligadas, *Bacteroides sp*, *Bifidobacterium sp*, y *Escherichia coli* , que es la más representativa.

Tabla 2. Relocalización anatómica del microbiota normal durante las infecciones oportunistas

Especies de microorganismos del microbiota	Sitio anatómico de localización inicial	Sitio anatómico de infección secundaria	Tipo de enfermedad oportunista
Staphylococcus aureus	Piel y membranas mucosas	Piel, pulmones, región ocular	Abscesos, septicemia, neumonía
Streptococcus pyogenes	Piel, faringe	Piel, pulmones, corazón	Neumonía, Abscesos, endocarditis
Haemophilus influenzae	Tracto respiratorio	Piel, sistema nervioso central (SNC)	Neumonía, meningitis
Actinomyces sp	Tracto respiratorio	Cavidad bucal	Absceso periodontal
Streptococcus mutans	Tracto respiratorio	Cavidad bucal	Caries dental
Streptococcus sanguinis	Tracto respiratorio	Corazón	Endocarditis
Streptococcus epidermidis	Piel y mucosas	Piel, membranas mucosas	Abscesos
Escherichia coli	Tracto gastrointestinal	Tracto genitourinario, piel	Cistitis, uretritis, pironefritis, y sepsis en herida
Neisseria meningitidis	Faringe	SNC	Meningitis

Pseudomonas aeruginosa	Faringe	Piel, oído	Sepsis en herida, otitis
Micobacterium sp	Tracto respiratorio	Pulmón, intestino, sistema óseo	Neumonía
Corinebacterium sp	Piel, y membranas mucosas	Faringe, corazón	Faringe, endocarditis
Candida albicans	Mucosa oral y urogenital	Piel, pulmones, y mucosas	Candidiasis
Entamoeba gingivalis	Cavidad oral	Dentición	Gingivitis
Amebas comensales	Tracto gastrointestinal	Tracto gastrointestinal, SNC	Diarrea, absceso hepático, meningoencefalitis

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, aparecen un conjunto de especies microbianas en representación de toda la microbiota humana, que se ha seleccionado, a propósito de la investigación, para poder estudiar la dinámica de estos microorganismos en el cuerpo humano. Todas se encuentran en un sitio específico de localización inicial, pero cuando se rompe el equilibrio físico-inmunológico, entre el microorganismo y el huésped, comienza un proceso complejo de relocalización, donde algunas especies comensales o beneficiosas para el organismo humano, se convierten en potenciales patógenos secundarios u oportunistas, produciendo infección o enfermedad endógena, en el mismo sitio donde se encuentran habitualmente, o se desplazan a sitios distantes de su localización inicial (relocalización).

Esto se relaciona con el hecho, que, entre los microorganismos y el huésped humano, se producen interacciones biológicas que favorecen la colonización inicial, para establecerse en los diferentes sitios. De manera que aquellos microorganismos, mejores adaptados, pueden permanecer en el mismo sitio por determinados periodos de tiempo, por el contrario aquellos microorganismos menos adaptados ecológicamente con el ser humano, están sujetos a variaciones, y se desplazan de un sitio anatómico a otro, produciendo infecciones oportunistas, en dependencia de la susceptibilidad del huésped, y de sus condiciones físicas e inmunológicas, además de los atributos patogénicos o determinantes de patogenicidad y virulencia que exhiban estos microorganismos.

Similares consideraciones son puntualizadas por Mateos (2004), cuando destaca que la microbiota humana es dinámica en el tiempo, esta puede cambiar en dependencia de la edad de la persona o del estado fisiológico, siendo más evidente en el intestino humano y en la vagina de la mujer, además plantea, que hay que tener en cuenta que los microorganismos que componen la microbiota humana, pueden exacerbar su virulencia, debido a la adquisición de fagos, también por sustitución de un serotipo por otro dentro de la misma especie, y por transmisión episomal, al adquirir elementos genéticos móviles transponibles, tales como plásmidos, que aportan el carácter de virulencia.

De este modo, el conocimiento del tipo de microorganismo que suele habitar en los distintos sitios del cuerpo humano, es de gran ayuda en la determinación del tipo de infección que puede ocurrir posterior al daño en esos mismos tejidos. De hecho, la mayoría de los seres

humanos conviven en armonía y perfecta salud con los microorganismos de la microbiota, sin embargo cuando está suprimida la respuesta inmune en un paciente sano, o cuando la persona fallece, los microorganismos se convierten en patógenos oportunistas, produciendo infección, enfermedad, y putrefacción de los cadáveres.

Así, todos los miembros del microbiota humano son considerados patógenos secundarios u oportunistas, ya que existe un conjunto de factores derivados del huésped, que conllevan al cambio de esta condición en los microorganismos del microbiota, entre los que se encuentran, las deficiencias inmunológicas, deficiencias nutricionales, enfermedades agudas y crónicas, traumatismos, accidentes, cirugías, y los fármacos. Esto igualmente se relaciona con lo planteado por Uzcátequi (2016) cuando explica, que existen enfermedades que son el resultado del desbalance del microbioma (función del microbiota), como por ejemplo las enfermedades autoinmunes, la diabetes, alergias, enfermedades gastrointestinales, artritis, y posiblemente el cáncer.

Algunos ejemplos, que se derivan del análisis de la Tabla 2, son los siguientes, *Staphylococcus aureus*, que es una bacteria Grampositiva, aerobia o anaerobia facultativa, y que se encuentra como microbiota normal de la piel y membranas mucosas, puede causar una infección o enfermedad secundaria oportunista en la misma piel, cuando por razones directas, se produce un daño en este órgano del cuerpo, lo cual, hace que la bacteria, penetre hacia los tejidos más profundos, dando lugar a una colonización, después infección, que termina en una enfermedad piógena de tipo forunculosa. También esta misma bacteria, puede causar abscesos y lesiones supurativas en otros órganos distantes de su localización inicial, tales como los pulmones. Algo similar ocurre con *Streptococcus pyogenes*, una bacteria Grampositiva, que se encuentra habitualmente en la piel y faringe de los seres humanos, y puede relocalizarse biológicamente, hacia el corazón causando una endocarditis bacteriana.

Asimismo, *Escherichia coli*, una bacteria Gramnegativa, anaerobia facultativa, que habitualmente se encuentra como microbiota del intestino humano, puede transportarse hacia las vías urinarias con mucha frecuencia, causando cistitis, uretritis y nefritis. El otro caso, que resulta muy llamativo es *Neisseria meningitidis*, una bacteria Gramnegativa, aerobia, y que forma parte de la microbiota de la orofaringe, bajo determinadas condiciones derivadas del huésped, puede invadir la región meníngea

y producir meningitis. Y por último, se encuentra *Candida albicans*, un hongo levaduriforme, comensal de la mucosa genital, oral y gastrointestinal, que en personas diabéticas, y expuestas a dosis elevadas de antibióticos o cuando han recibido tratamientos inmunosupresores, estos hongos producen candidiasis en regiones adyacentes o también en órganos más alejados de su localización inicial, en los pulmones.

De esta manera, se explica que al igual que el resto de los organismos vivos, también los microorganismos, logran sobrevivir, adaptándose dinámicamente a los cambios fisiológicos del huésped, siempre en función de la disponibilidad de nutrientes. Estos conviven con el ser humano, porque son ricos en sustancias nutritivas, como: glucosa, proteínas, ácidos grasos, minerales, vitaminas, y oxígeno. De manera que los microorganismos eligen a los seres humanos por razones ecológicas, colonizan cada sitio del cuerpo de forma transitoria o permanente, estableciendo una relación de beneficio mutuo o perjudicial.

Así, los microorganismos que forman parte del microbiota normal de los seres humanos, se hacen imprescindibles para los procesos fisiológicos e inmunológicos. Sin embargo, cuando se violan las normas sanitarias fundamentales, se padece alguna enfermedad, bajo tratamientos inespecíficos, o se produce una ruptura de la piel, entonces, se crean condiciones favorables para las infecciones oportunistas y endógenas, donde los microorganismos penetran en los tejidos, se adhieren y multiplican, produciendo infecciones relocalizadas o sistémicas.

CONCLUSIONES

Se estima que alrededor de 129 especies microbianas, componen el microbiota normal del cuerpo humano. Estas interactúan de manera simbiótica y comensal, siendo las bacterias el grupo microbiano predominante. La mayor colonización se produce en el tracto gastrointestinal y en la cavidad bucal. Las bacterias Grampositivas predominan en la piel, y las Gramnegativas en las mucosas. Las especies más representativas en todos los sitios son *Staphylococcus sp*, *Streptococcus sp*, *Lactobacillus sp*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*. Los microorganismos que forman parte del microbiota se convierten en patógenos oportunistas, cuando se rompe el equilibrio físico e inmunológico con el huésped humano, causando relocalización ocasional e infección endógena.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allaire, J.M., Crowley, S.M., Law, H.T., Chang, S.Y., Ko, H.J, Vallance, B, A. (2018). The Intestinal Epithelium: Central Coordinator of Mucosal Immunity. *Trends in Immunology* [Internet] citado 20 de enero de 2023]; 39(9): 677-696. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.it.2018.04.002> .Links
- Brock, T.D. (2015). Biología de los microorganismos. 13^a Edición. Michael T. Madigan; Jhon M. Marinko. Pearson Prentice. Hall, Inc. New Jersey. E.U Obra originalmente publicada sob o título Brock biology of microorganisms, 14th edition. ISBN 978 -032-189-739-8 <https://www.google.com/search?>
- De Robertis, E.M. (2012). Biología Molecular y Celular. Edición 16 va. Tomo I y II. Buenos Aires. Argentina. ISBN: 978-987-24255-9-3
- Grice, E. A, Segre, J.A. (2023). The skin microbiome. *Nat Rev Microbiol.* [Internet] [citado 20 de enero de 2023]; 9(4): 244– 253. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3535073/pdf/nihms424100.pdf>
- Human Microbiome Project Consortium. (2012). A framework for human microbiome research. *Nature.* 2012 Jun 13;486(7402):215-21. doi: 10.1038/nature11209. PMID: 22699610; PMCID: PMC3377744
- Jawetz, E., Melnick, J.I., Aldeberg, E.A. (2006). Manual de Microbiología Médica. Editorial. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. La Habana. <https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookID=2955>
- Jiménez, A. S. &. (1986). Genética Bacteriana. Editorial. Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. <https://www.google.com/search>
- Llop Hernández, A., Valdés-Dapena Vivanco, M.M., Suazo Silva, J.L. (2001). Microbiología y Parasitología Médica. Editorial Ciencias Médicas. ISBN: 959-7132-52-4
- Mateos, P. F. (2004). Relación Huésped –Parásito. Factor de patogenicidad. *Microbiología y Genética.* Facultad de Farmacia. Universidad de Salamanca. España. <http://webcd.usal.es/Web/educativo/micro2/tema17.html>
- Methé, B.A., Nelson, K.E., White, O. (2023). “A Framework for Human Microbiome Research.” *Nature* [Internet] 2012 [citado 22 de febrero de 2023]; 486 (7402): 215–221. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3377744/>
- Murray, P.R., Ken S. Rosenthal., &. Michael A. Pfaller. (2009). *Microbiología Médica. Flora microbiana comensal y patógena en el ser humano.* (6a edición). España: Elsevier-Mosby. pp. 73-76. ISBN 978-84-8086-465-7.
- Moreno del Castillo, M.C., Valladares García, J., Halabe Chrem, J. (2018). Estudio del Microbioma Humano *Rev. Fac. Med (Méx.)* vol.61 no.6 Ciudad de México nov./dic. 2018 <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2018.61.6.02>

Petrosino, J.F., Highlander, S., Luna, R.A., Gibbs, R.A., Versalovic, J. (2009). Metagenomic pyrosequencing and microbial identification. Clin Chem. [Internet] 2009 May [citado 20 de diciembre de 2023]; 55(5): 856-66. Disponible en: doi: 10.1373/clinchem.2008.107565. Epub 2009 Mar 5. PMID: 19264858; PMCID: PMC2892905.

Pérez Peña Diazconti, M., Serrano Bello, C.A., Valencia Mayoral PF. (2014). Relación Huésped –Parásito. En: Valencia Mayoral PF, Rodríguez JA. Patología. España: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.

Rojas, N. H., Pazos, V.A., Coto, O.P. (1988). Microbiología Clínica. Facultad de Biología. Universidad de la Habana. Editorial. Ministerio de Educación Superior. La Habana. ISBN: 9789-5916-1137-6

Uzcatequi, U.O. (2016). Microbioma humano. Rev Obstet Ginecol Venez [Internet]. [citado 20 de diciembre de 2023]; 76(1): [aprox. 3 p.]. Disponible en: <http://ve.scielo.org/pdf/og/v76n1/art01.pdf>

Wagner, G.E. (1990). Flora indígena y natural como barrera de infección .2^{da} Edición .E.U. <https://www.google.com/search?q=Wagner%252C+G.E.+%281990%29+.Flora+ind%C3%ADgena+y+natural+como+barrera+de+infecci>

ANEXOS

Tabla Nro. 1. Distribución y clasificación de los microorganismos por sitios anatómicos.

Sitios anatómicos	Bacterias	Hongos	Virus	Protozoarios	
Sangre, fluidos corporales y cerebro	No existen en condiciones normales	No existen en condiciones normales	No existen en condiciones normales	No existen en condiciones normales	
Piel	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus epidermidis</i> (+) • <i>Staphylococcus aureus</i> (+) • <i>Micrococcus</i> sp (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streptococcus</i> (+) • <i>Mycobacterium</i> sp (BAR) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Candida albicans</i> • <i>Torulopsis grabata</i> • <i>Pityrosporum orbiculare</i> • <i>Pityrosporum ovale</i> 	No	
Región ocular	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus aureus</i> (+) • <i>Staphylococcus epidermidis</i> (+) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streptococcus pneumoniae</i> (+) • <i>Neisseria</i> sp (-) 	• Hongos saprofiticos del aire	No	
Tracto Respiratorio	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus aureus</i> (+) • <i>Staphylococcus epidermidis</i> (+) • <i>Streptococcus salivarius</i> (+) • <i>Streptococcus mutans</i> (+) • <i>Haemophilus influenzae</i>(-) • <i>Streptococcus pneumoniae</i> (+) • <i>Streptococcus mitis</i> (+) • <i>Streptococcus viridans</i> (+) • <i>Bordetella pertussis</i> (-) • <i>Neisseria</i> sp (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Neisseria meningitidis</i> (-) • <i>Proteus</i> sp(-) • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (-) • <i>Lactobacillus</i> sp (+) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) • <i>Mycobacterium</i> sp (BAR) • <i>Actinomyces</i> sp (+) • <i>Treponemas</i> sp (-) • <i>Mycoplasmas</i> sp (+/-) • <i>Klebsiella pneumoniae</i> (-) 	No	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Adenovirus</i> (forma latente) • <i>Herpesvirus</i> (forma latente) 	No
Cavidad Bucal	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streptococcus sanguis</i> (+) • <i>Streptococcus mitis</i> (+) • <i>Staphylococcus epidermidis</i>(+) • <i>Staphylococcus aureus</i> (+) • <i>Actinomyces israelii</i> (+) • <i>Bacteroides</i> sp (-) • <i>Treponema</i> sp (-) • <i>Streptococcus viridans</i> (+) • <i>Fusobacterium</i> sp (-) • <i>Peptostreptococcus</i> sp (+) • <i>Neisseria</i> sp (-) • <i>Lactobacillus</i> sp (+) • <i>Differias</i> (+) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) • <i>Streptococcus mutans</i> (+) • <i>Streptococcus salivarius</i> (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Streptococcus viridans</i> (+) • <i>Peptococcus</i> sp (+) • <i>Streptococcus faecalis</i>(+) • <i>Streptococcus pneumoniae</i> (+) • <i>Streptococcus pyogenes</i>(+) • <i>Neisseria meningitidis</i> (-) • <i>Enterobacterias</i>(<i>E.coli</i>) (-) • <i>Proteus</i> sp (-) • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (-) • <i>Haemophilus influenzae</i>(-) • <i>Mycoplasmas</i> sp (+/-) • <i>Veillonella</i> sp (-) • <i>Clostridium</i> sp (+) • <i>Fusobacterium</i> sp(-) • <i>Peptostrectococcus</i> sp (+) 	• <i>Candida albicans</i>	No	• <i>Entamoeba gingivalis</i>
Tracto Genitourinario	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Staphylococcus epidermidis</i>(+) • <i>Streptococcus mitis</i> (+) • <i>Streptococcus faecalis</i> (+) • <i>Staphylococcus aureus</i> (+) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) • <i>Lactobacillus</i> sp (+) • <i>Enterococcus</i> sp(+) • <i>Ureaplasma</i> sp(-) • <i>Streptococcus agalactiae</i> (+) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mycobacterium smegmatis</i> (BAR) • <i>Streptococcus pneumoniae</i> (+) • <i>Neisseria</i> sp (-) • <i>Neisseria meningitidis</i> (-) • <i>Enterobacterias</i>(<i>E.coli</i>) (-) • <i>Proteus</i> sp (-) • <i>Bacteroides</i> sp (-) • <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (-) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Candida</i> sp • <i>Geotrichum</i> spp • <i>Torulopsis</i> sp 	No	• <i>Trichomona vaginalis</i>
Tracto gastrointestinal	<p>Estómago</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus bifidus</i> (+) • <i>Helicobacter pylori</i> (-) <p>Intestino delgado</p> <p>Duodeno</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus</i> sp (+) • <i>Streptococcus</i> sp (+) <p>Yeyuno</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Enterococcus</i> sp(+) • <i>Lactobacillus acidophilus</i> (+) • <i>Corynebacterium</i> sp (+) • <i>Mycobacterium</i> sp (BAR) • <i>Staphylococcus</i> sp (+) <p>Intestino grueso (Colon)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus acidophilus</i>(+) • <i>Bacteroides</i> sp(-) • <i>Bifidobacterium</i> sp(-) • <i>Escherichia coli</i> (-) • <i>Proteus</i> sp (-) • <i>Klebsiella</i> sp(-) • <i>Pantoea agglomerans</i>(-) • <i>Salmonella</i> sp(-) • <i>Shigella</i> sp(-) 	<p>Ileon</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lactobacillus</i> sp (+) 	• <i>Candida albicans</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rotavirus</i> (forma latente) • <i>Enterovirus</i> (forma latente) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Entamoeba dispar</i> • <i>Entamoeba hartmanni</i> • <i>Entamoeba coli</i> • <i>Entamoeba nana</i> • <i>Iodamoeba butschlii</i>

Leyenda: (+) son bacterias Grampositivas; (-) son bacterias Gramnegativas; BAR, significa bacilos ácido resistentes; sp, significa una o más especies que pertenecen al mismo género. **Fuente:** Patrick R. Murray; Ken S. Rosenthal; Michael A. Pfaller. (2009); Nidia, R.H., (1988).

05

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

IMPACTO DEL SISTEMA DE EXTENSIÓN AGRARIA EN LA UBPC “SAN ALEJO”. EMPRESA AZUCARERA CIUDAD CARACAS

IMPACT OF THE AGRICULTURAL EXTENSION SYSTEM IN THE UBPC “SAN ALEJO”. CARACAS CITY SUGAR COMPANY

Jennys Mesa Sarmiento¹

E-mail: jennys.mesa@gesacf.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-6853-3804>

Anabel Quintero Cabrera¹

E-mail: anabelq@gesacf.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6874-4508>

Daniel Suarez Benitez¹

E-mail: danielsube@gesacf.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2649-8299>

Jesús Sacerio Vidal¹

E-mail: jsacerio15@gesacf.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8509-7975>

¹Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Mesa Sarmiento, J., Quintero Cabrera, A., Suarez Benítez, D. (2023). Impacto del sistema de extensión agraria en la UBPC “San Alejo”. Empresa Azucarera Ciudad Caracas *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 39-44. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index/aes>

RESUMEN

Se presenta los resultados de las acciones de extensión agraria en la Unidad Básica de Producción Cañera San Alejo, perteneciente a la Empresa Azucarera Ciudad Caracas, en la provincia Cienfuegos, desde el año 2009 hasta 2023. El objetivo del trabajo fue medir el impacto de las acciones de extensión agraria en el rendimiento agrícola. Se determinaron las variables que más influyeron en la producción de caña mediante un diagnóstico realizado en el 2009 a través de un cuestionario, tormenta de ideas y trabajo de gabinete. Para la jerarquización de las variables se utilizó el método “Matriz de Priorización de Problemas”. Se concluye que las limitantes técnicas detectadas que por orden de importancia se resumen: mala calidad de las actividades agrícolas, principalmente en la preparación de tierra y la siembra, situación crítica en la explotación de la maquinaria por considerarse obsoleta, despoblación por malas siembras realizadas y la fuerza de trabajo estable pero envejecida, existiendo un déficit de 99 trabajadores. Se confeccionó un plan de acción donde se define por actividad a realizar lugar a ejecutar, fecha de cumplimiento, logística necesaria, responsable, monitoreo y evaluación. Entre las actividades a desarrollar destaca, montaje de parcelas demostrativas, días de campo, clases prácticas, etc.

Palabras clave:

Impacto, diagnóstico, extensión agraria, problemas, unidad.

ABSTRAC

The results of the agricultural extension actions in the San Alejo Sugarcane Production Basic Unit, belonging to the Ciudad Caracas Sugar Company, in the Cienfuegos province, from 2009 to 2023. The objective of the work was to measure the impact of the agricultural extension actions on agricultural performance. The variables that most influenced sugarcane production were determined through a diagnosis carried out in 2009 through a questionnaire, brainstorming and office work. For the hierarchization of the variables, the “Problems Prioritization Matrix” method was used. It is concluded that the detected technical limitations that in order of importance are summarized: poor quality of agricultural activities, mainly in the preparation of land and planting, critical situation in the exploitation of machinery because it is considered obsolete, depopulation due to bad plantings and the stable but aging labor force, with a deficit of 99 workers. An action plan was drawn up where it is defined by activity to be carried out, place to be executed, date of compliance, necessary logistics, person in charge, monitoring and evaluation. Among the activities to be carried out, assembly of demonstration plots, field days, practical classes, etc. stand out.

Keywords:

Impact, diagnosis, agricultural extension, problems, unity.

INTRODUCCIÓN

Franco et al., (2013) plantean que la extensión agraria vista como sistema permite la identificación y priorización de los problemas a nivel de producción, comunidad y localidad, para su solución con la implementación de estrategias de trabajo y la utilización de herramientas de extensión como: capacitación y comunicación, que facilitan el cambio necesario hacia la mejora del bienestar social, manejo sostenible de tierra y protección del medio ambiente.

La agroindustria azucarera representó históricamente la actividad económica más importante de la economía cubana, constituyendo durante muchos años la mayor fuente de ingresos en divisas al país. Las unidades productoras de base constituyen el eslabón primario y de mayor importancia que sustenta todo este complejo sistema productivo, pues son la fuente de suministro de la materia prima “caña” sobre la cual se desarrolla todo el proceso agroindustrial.

En el 2009 se sistematizó en la provincia de Cienfuegos un sistema de trabajo para impulsar las tareas con mayor calidad, velocidad y en el menor tiempo posible. Dentro de las tareas principales a desarrollar en las unidades productoras de caña está el perfeccionamiento del Sistema de Extensión Agraria cuya esencia es enseñar haciendo, lo cual garantiza la calidad de los servicios técnicos agrícolas contratados con el productor.

El diagnóstico ha sido definido como una actividad sistemática, semiestructurada, realizada sobre el terreno por un equipo multidisciplinario y enfocada a la obtención rápida y eficiente de informaciones e hipótesis nuevas sobre los recursos y la vida en ámbitos rurales (Schönhuth, 1994).

Es el marco metodológico que nos permite detectar, estudiar y valorar los factores o limitantes técnico-productivos, organizativas y socio-económicas que limitan la producción de la unidad y su correspondencia con las posibles debilidades cognoscitivas de los productores cañeros, en aras de planificar las acciones para su solución; teniendo en cuenta que esto debe ser el punto de partida de la actividad de extensión agraria” (González, 2008). El objetivo principal de este trabajo fue medir el impacto de las acciones de extensión agraria en una unidad productora.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la unidad productora de caña

El trabajo se realizó en la UBPC “San Alejo”, perteneciente a la UEB “Ciudad Caracas” en la Empresa Azucarera Cienfuegos, ubicada en el municipio de Lajas, provincia de Cienfuegos, donde predominan los suelos Sialitizados Cálcicos (84 %), en el período 2009 al 2023. En el 2009 ocupaba un área geográfica de 1974.5 ha, de ellas, 1132.0 ha dedicadas a caña y 4.28 ha estaban vacías

para un 0.3 %. Se sembró aproximadamente el 14 % del fondo de tierra y en la zafra 08/09 se cortó el 24 % del área con ciclo largo. En el 2023 ocupó un área geográfica de 1424.81 ha, de ellas dedicadas a caña 1240.16 ha, y vacías 197.66 ha, que representan un 14 %. La unidad tiene 115 trabajadores y una estructura en la maquinaria agrícola de: 3 combinadas, 14 tractores que incluyen Mtz-80, Jumz 6M (1.4 t) y un alto despeje, además cuentan con 12 yuntas de bueyes.

Determinación de las variables que influyen en la producción cañera

Se determinó las variables cualitativas que influyen en la producción cañera de la unidad mediante un diagnóstico, a través de un cuestionario, una tormenta de ideas y trabajo de gabinete. El diagnóstico se realizó mediante el cuestionario diseñado para este fin (Franco et al., 2013).

Se seleccionó y capacitó un equipo multidisciplinario a nivel de empresa, UEB y UPC.

Estudio de las variables seleccionadas que influyen en la producción cañera

Las variables fueron analizadas por el método estadístico descrito por (Franco., et al 2013).

Jerarquización de las variables. Matriz de Priorización de Problemas

Las variables se analizaron a través de la Matriz de Priorización, para establecer un orden de prioridad de los problemas para su solución (Franco., et al 2013).

Acciones para la solución de las variables detectadas

Se realizaron entrevistas a dirigentes y obreros sobre las limitantes técnicas detectadas, algunos se encuestaron por separado, lo que facilitó confianza y respuestas claras. En otros momentos se analizaron documentos y se realizó trabajo de gabinete. Se realizó una tormenta de ideas para conocer criterios de los trabajadores. Una vez realizadas estas acciones, fue procesada la información y se procedió a seleccionar las acciones de extensión que dieran respuesta a las limitantes técnicas identificadas.

Validación del Plan de Acción

Se realizó un taller, el cual tuvo como objetivo general proponer soluciones alternativas que dieran respuesta a las limitantes técnicas priorizadas. Además de validarse los resultados obtenidos con la matriz de priorización de problemas y de proponerse las posibles soluciones a los problemas técnicos identificados, se confeccionó un plan de acción para la recomendación de actividades concretas e inmediatas.

- Acciones de extensión realizadas
- » Días de campo: Sobre preparación de suelos y siembra.

- » Parcelas demostrativas prácticas y de resultados: sobre distintos métodos de siembra y jardín de variedades.
- » Conferencias: Apuntes sobre preparación de suelo.
- » Seminarios: Calidad del surque y la semilla.
- » Clases prácticas: Selección de semilla, pique, despaje y distribución de la semilla en el campo.
- » Medios audiovisuales disponibles para una mejor comprensión de los temas.

Estudio comparativo de los resultados económico-productivos de la unidad en 2009-2023

Se comparó el comportamiento de las cepas en el 2009 con el 2023, y algunos indicadores económicos.

• Evaluación del rendimiento agrícola

Se utilizaron los datos de liquidación del estimado por cepas del año 2009 y el 2023. El rendimiento se calculó utilizando la fórmula $R=P/A$ donde R (rendimiento agrícola toneladas/hectáreas); P (producción en toneladas) y A (área en hectáreas)

Evaluación económica

Se evaluaron los resultados económicos, teniendo en cuenta los gastos del cultivo, cosecha y administración. Se determinaron los resultados económicos en pesos cubanos, según metodología descrita por FAO (1980) ajustada a las condiciones de este trabajo, calculándose los indicadores siguientes:

Valor de la producción en MP ha-1 VP= producción*precio de una tonelada de caña en CUP.

Costo de la producción en MP CP=Valor de la producción + pérdida

Perdida en MP P=Valor de la producción- costo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de las variables que influyen en la producción cañera

En el 2009 la unidad presentó limitantes técnico-productivas que afectan la producción de caña tales como: mala calidad en las actividades agrícolas, principalmente en la preparación de tierra y la siembra; con una situación crítica en la explotación de la maquinaria por considerarse obsoleta, además presentaba despoblación en las plantaciones por malas siembras realizadas.

La fuerza de trabajo estable pero envejecida, existiendo un déficit de 99 trabajadores. Se aplicó el sistema de pago por resultados favoreciendo la estabilidad de los trabajadores agrícolas, pero no se incrementó la fuerza. En el 2023 la unidad presentó problemas con el daño animal, aunque han adoptado medidas no hay solución.

Incumplen la programación de corte, instalaciones con deficiencias y no cumplen con los requisitos establecidos para el fortalecimiento de los lotes cañeros. Similar a este resultado, Labrada et al., (2004) plantean que 19 problemas afectan el rendimiento agrícola, entre los principales se encuentra la composición de cepas y variedades, ciclo de reposición, enyerbamiento, preparación de suelo, llegada tardía de los insumos, calidad de la siembra y conocimiento de las recomendaciones de los Servicios Científico-técnico.

Los factores agrotécnicos que más afectan la producción cañera después de la despoblación son las malezas, el segundo problema que con más severidad afecta los rendimientos. Los productores cañeros que obtienen buenos rendimientos son muy cuidadosos en el control de las malezas, estos productores obtienen rendimientos mínimos del orden de la media mundial actual de 85 t/ha (Álvarez, 2003).

Tabla 1. Problemas identificados en el diagnóstico realizado en el 2009 y 2023

2009	2023
Despoblación cañera	Inadecuada programación de corte (Atrasos en el corte de las demoliciones)
Enyerbamiento	Daño Animal
Incumplimiento del SERVAS (variedad C86-12 por encima del 20 %)	Almacén de herbicida sin ventilación
Explotación de la maquinaria	No cumplen con el fortalecimiento del lote cañero
Calidad de las labores:(Mala calidad en la preparación de tierras y siembra)	
La fuerza de trabajo es insuficiente	
El autoconsumo no satisface las necesidades de los trabajadores y sus familias	

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la matriz de priorización

Se realizó con agilidad y evitando las discusiones. Participaron 25 trabajadores (jefe de unidad, jefe de producción, técnicos, obreros, especialistas de la UEB e INICA), Se analizaron las limitantes detectadas en el 2009. (Tabla 2). En el 2020 estos problemas fueron resueltos.

Tabla 2. Matriz de priorización de problemas

Problemas	Enyerbamiento	Calidad de las labores	Incumplimiento del SERVAS	Explotación de la maquinaria	Fuerza de trabajo	Autoconsumo
Despoblación	Despoblación	Despoblación	Despoblación	Despoblación	Despoblación	Despoblación
Enyerbamiento		Calidad de las labores	Enyerbamiento	Explotación de la maquinaria	Fuerza de trabajo	Enyerbamiento
Calidad de las labores	Calidad de las labores		Calidad de las labores	Calidad de las labores	Calidad de las labores	Calidad de las labores
Incumplimiento del SERVAS	Incumplimiento del SERVAS	Calidad de las labores		Incumplimiento del SERVAS	Fuerza de trabajo	Incumplimiento del SERVAS
Explotación de la maquinaria	Explotación de la maquinaria	Calidad de las labores	Incumplimiento del SERVAS		Explotación de la maquinaria	Explotación de la maquinaria
Fuerza de trabajo	Enyerbamiento	Calidad de las labores	Fuerza de trabajo	Fuerza de trabajo		Fuerza de trabajo
Autoconsumo	Enyerbamiento	Calidad de las labores	Incumplimiento del SERVAS	Explotación de la maquinaria	Autoconsumo	

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la matriz de priorización se identificaron las limitantes fundamentales que tuvieron más frecuencia y alcanzaron la prioridad entre 1 y 2, estas fueron: mala calidad de las actividades agrícolas (Preparación de tierra y siembra) y despoblación. (Tabla 3)

Tabla 3. Prioridad de las limitantes identificadas

Problema	Puntuación	Prioridad
Despoblación	6	2
Enyerbamiento	4	4
Calidad de las labores	10	1
Incumplimiento del SERVAS	5	3
Explotación de la maquinaria	5	3
Fuerza de trabajo	5	3
Autoconsumo	1	5

Fuente: Elaboración propia

Resultado de las acciones de Extensión

En una tormenta de ideas se identificaron las posibles causas que originaron estas limitantes:

Mala calidad de las actividades agrícolas (Preparación de tierra y siembra)

Se rotura al hilo de los surcos.

No se rotura el área total, se dejan las guardarrayas intermedias.

Se hacen mal los remates de enverga.

Se dejan crudos sin romper y cepas vivas.

Se rompe, grada y surca un área a sembrar en mayo en menos de 30 días entre diciembre y enero.

No se realiza o mal el cabeceo.

Enyerbamiento excesivo.

Insuficiente maquinaria.

No se hace el acto de la guardarralla.

Despoblación

Mala calidad de la siembra (surco maestro, cabeceo y tape), mala calidad de la semilla (procedente de áreas de secano).

Se capacitó: jefe de UBPC, jefe de producción, técnico integral, técnico de recursos humanos, económico y 50 obreros, lo cual permitió que ganaran confianza y dieran respuestas claras a los temas encuestados. Se chequeó la situación de las instalaciones existentes en la unidad (almacenes de fertilizantes y herbicidas, aula de capacitación, oficina, taller de maquinaria) y 77.0 ha de caña. (Tabla 4)

Asimismo, Osorio y Rodríguez (2000) señalan que la causa principal del bajo rendimiento agrícola en áreas de producción se debe a la despoblación, el enyerbamiento y la mala aplicación de fertilizantes.

Tabla 4. Plan de Acción

Problema	Causa	Tipo de Acción
Despoblación	Mala calidad de la siembra	Día de Campo sobre siembra (20-22 yemas/ metro lineal).
		Parcela demostrativa práctica sobre cabeceo, tape y surco maestro
		Clase práctica sobre Variedades y Semilla.
		Montar Jardín de variedades con nuevas variedades.
		Visitas técnicas a cada actividad durante su ejecución.
Calidad de las labores	Mala calidad en la preparación de tierra	Conferencias, seminarios y talleres sobre Sistemas de preparación de tierra.
		Día de campo sobre laboreo mínimo
		Visitas de trabajo a unidades destacadas en la preparación de tierra.
		Visitas técnicas a la unidad cuando se estén realizando las labores de preparación.

Fuente: Elaboración propia

Comportamiento de los rendimientos

En la zafra azucarera 2023 alcanzaron una producción molible de 19.398,0 t, siendo el rendimiento por cepas, los fríos a 73,4 t/ha, las socas a 28,2 t/ha, y los retoños a 33,9 t/ha, total 46,2 t/ha. Hay un crecimiento sostenido de la producción, que garantizan en el 2025, producir 32.914,7 t y a partir del año 2030 producciones estables de 34.232,3 t.

Con la implementación del sistema de extensión agraria, la realización de acciones de capacitación en preparación de tierra y días de campo al inicio de la siembra, se logró mejorar la calidad de éstas y por consiguiente la población del campo y el rendimiento agrícola, todo lo cual refleja un impacto positivo de las acciones de extensión realizadas (Gráfico 1).

Una vez más queda demostrado que “La Extensión Agraria” se define como la provisión de conocimientos y habilidades necesarias para que los agricultores, al adoptarlas y aplicarlas, mejoren la eficiencia de la producción animal y agrícola de sus procesos de producción, aumentando la productividad y sus niveles de vida” (Aguilar., et al., 2005)

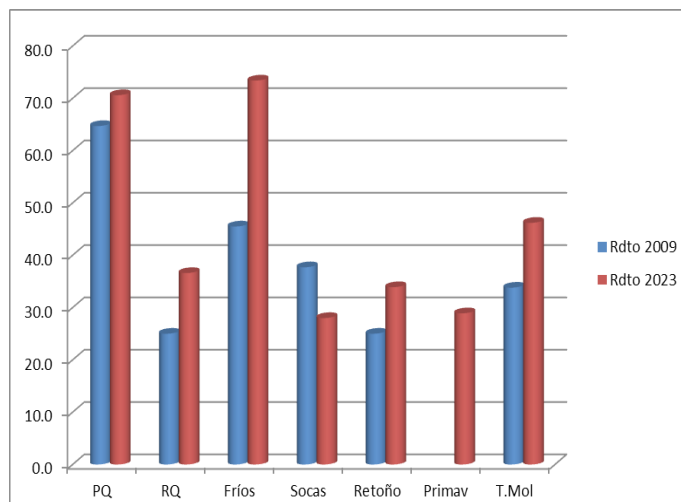


Gráfico 1. Comparativo del rendimiento por cepas

Resultados Económicos

El comparativo de los resultados económicos entre los años 2009/2023 refleja un impacto positivo de las acciones de extensión ya que en el 2023 se logra respecto al 2009: un incremento de la producción en 26441 toneladas (t) y un valor de la producción superior en 45340 miles de pesos (MP) y utilidades por 13643 miles de pesos (MP) mientras que en 2009 hubo pérdidas. Con relación al costo de producción de la tonelada, fue ligeramente superior en el 2023 al incluir una mayor calidad y sistematicidad en las atenciones culturales. (Tabla 5)

Tabla 5. Parámetros para la evaluación económica

Indicadores	UM	2009	2023
Producción	t	30926	26441
Precio/t	CUP/t	50.99	171.5
Valor producción	MP	1576.9	45340
Costo de producción	MP	1672.4	2314
Costo/toneladas a producir	CUP/t	46.20	77.54
Pérdida	MP	95.5	
Utilidades	MP		13643

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Con este trabajo se logró la medición del impacto en los días de campo, parcelas demostrativas, conferencias, seminarios, clases prácticas y medios audiovisuales.
- La aplicación de acciones de extensión refleja un impacto positivo que se resume en mayor rendimiento, valor de la producción y mayores utilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, J & Santoyo, V. H & Solleiro, J. L & Altamira, J. R & Baca, J. (2005). Transferencia e Innovación Tecnológica en agricultura: lecciones y propuestas. México: Michoacán : Fundación Produce, Programa de Investigación y Transferencia de Tecnología.
- Álvarez, J, (2003). Introducción a la gerencia en cooperativas cañeras. Publicaciones Azucareras, p-43.
- Labrada, V. R & Fonseca, B. L & Téllez, Z. R & Loddo, V. Z & López, M. G & Granados, R. C & Torres, M. L., (2004). Informe final del proyecto "Creación de áreas de referencia para la producción de caña de azúcar." *Granma*.
- Osorio, N & Rodriguez, S, (2000). ¿A qué se deben los bajos rendimientos agrícolas de la caña de azúcar en Las Tunas? *Cuba Caña*, 16-19.
- FAO, (1987). La Extensión Agrícola. Manual de Consulta. p.5.
- Franco, I., et al, (2013). Metodologías del Sistema de Extensión Agraria para la Caña de Azúcar en La hABANA:Ed. AMA.
- González, M, (2008). Sistema de Extensión en la Unidad Básica de Producción Cooperativa "José Martí" .[Tesis en opción al título académico de maestro en Agroecología]. Universidad de Pinar del Río, Cuba.
- Schönhuth, M & Kievelitz, U, (1994). Diagnostico Rural Rápido. Diagnostico Rural Participativo. Métodos participativos de diagnóstico y planificación en la cooperación al desarrollo. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)

06

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

WASMANNIA AUROPUNCTATA (ROGER, 1863) (ARTHROPODA: HYMENOPTERA: FORMICIDAE). AN ANNOYING ANT

WASMANNIA AUROPUNCTATA (ROGER, 1863) (ARTHROPODA: HYMENOPTERA: FORMICIDAE). UNA HORMIGA ANUNCIADORA

Rafael Armiñana García¹

E-mail: rarminana@uclv.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2655-7002>

Eugenia del Carmen Mora Quintana²

E-mail: ecmora@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8773-0003>

Annette Padilla Gómez²

E-mail: alpadilla@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7378-0672>

Mairely Expósito Pérez¹

E-mail: exposito@uclv.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2522-5137>

¹ Central University "Marta Abreu" of Las Villas, Villa Clara, Cuba.

² University of Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez," Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Armiñana García, R., Mora Quintana, E. C., Padilla Gómez, A., Expósito Pérez, M. (2023). *Wasmannia Auropunctata* (Roger, 1863) (Arthropoda: Hymenoptera: Formicidae). An annoying ant. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 45-53. <http://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/index>

ABSTRACT

The research proposes, through interviews, participative workshops, talks and socio-cultural meetings, to link the inhabitants of the "Jumagua" village located in the municipality of Sagua La Grande in the province of Villa Clara, Cuba, to the knowledge of Invasive Alien Species and their undesirable effects on the vulnerable Cuban ecosystems and on human health, and in particular to the knowledge of the species *Wasmannia Auropunctata*. For the development of the research, methods of information collection and processing of the information collected were used. During the interviews, it was found that some inhabitants had some knowledge about the Santanica, but not about the harmful effects that this animal can cause to vulnerable Cuban ecosystems and human health. Through these activities, spaces were created for exchange and reflection on the importance of knowing important aspects of this Invasive Exotic Species. This linkage of cooperation and sensitization allowed a rapprochement of the inhabitants with the researchers and the feedback of scientific knowledge with popular knowledge. The workshops, talks and socio-cultural meetings were evaluated as pertinent by the different external evaluators.

Keywords:

Population settlement, Invasive Alien Species, "Jumagua", Santanica, participatory workshops.

RESUMEN

La investigación propone, a través de entrevistas, talleres participativos, charlas y encuentros socioculturales, vincular a los habitantes de la aldea "Jumagua" ubicada en el municipio de Sagua La Grande en la provincia de Villa Clara, Cuba, al conocimiento de las especies exóticas invasoras. Las especies y sus efectos indeseables sobre los vulnerables ecosistemas cubanos y sobre la salud humana, y en particular al conocimiento de la especie *Wasmannia Auropunctata*. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos de recolección de información y procesamiento de la información recolectada. Durante las entrevistas se constató que algunos pobladores tenían algún conocimiento sobre la Santanica, pero no sobre los efectos nocivos que este animal puede ocasionar a los vulnerables ecosistemas cubanos y a la salud humana. A través de estas actividades se generaron espacios de intercambio y reflexión sobre la importancia de conocer aspectos importantes de esta Especie Exótica Invasora. Este vínculo de cooperación y sensibilización permitió un acercamiento de los habitantes con los investigadores y la retroalimentación del saber científico con el saber popular. Los talleres, charlas y encuentros socioculturales fueron evaluados como pertinentes por los diferentes evaluadores externos.

Palabra clave:

Asentamiento poblacional, Especies Exóticas Invasoras, "Jumagua", Santanica, talleres participativos.

INTRODUCTION

Biological invasions are considered worldwide as the second cause of species extinction, after habitat loss (Armiñana et al., 2017, 2020). Invasive Exotic Species (IES) are those introduced species that are instituted in a new environment, and spread destructively, for human interests (Armiñana, 2017; Cassini, 2020).

The global economy, with increased transportation of goods and travel, has facilitated the movement of living species across long distances and beyond natural boundaries. Although only a small percentage of transported organisms become invasive, they have an enormous impact on the health of plants, animals and even people, threatening their lives and affecting food security and ecosystem health (United Nations Decade on Biodiversity, 2020).

Different researchers have written on the topic related to IES, such as: (Nong et al., 2019; Penagos-Tabares et al., 2019; Armiñana et al., 2017, 2019, 2019, 2020; 2021a).

Many exotic animals have become pets and have then moved on, either by escaping or being released by their owners, to natural environments (Armiñana, 2017, 2019).

Not all introduced species will wreak great havoc on the relationships between other species, since many will not be able to adapt to the new environment and will not survive. However, those with a greater capacity for adaptation will survive, even causing the denaturation of the ecosystem and the loss of biodiversity as key native species die off and are displaced by the new arrivals. The result is an ecosystem in which species have no relationship with each other (Morian, 2023).

Santanica or Santanilla *Wasmannia Auropunctata* is an ant native to Central and South America and is widespread in different parts of Africa, North America, the West Indies and six Pacific Island groups (including the Galapagos Islands, Hawaii, New Caledonia and the Solomon Islands) and northeastern Australia. It is included in the International Union for Conservation of Nature's list of the 100 most damaging invasive alien species in the world (Salguero et al., 2011; Armiñana et al., 2017; Esdader, Pradera & Santana, 2018;).

This species has been unintentionally introduced worldwide, severely affecting native ant biodiversity, societies and economies, as well as human and animal health, due to its potentially dangerous stings (Demetriou et al., 2022).

In countries where it is native, *Wasmannia Auropunctata* is a pest in forests and agricultural areas. Its densities can be very high in plantations, such as sugar cane plantations and cocoa plantations. In fragmented forests the density of *Wasmannia Auropunctata* is correlated with a poor diversity of other ants. They compete successfully in the exploitation of environmental resources, and can diminish or nullify other competing ants. The species is also a generalist in nest site choice (Armiñana et al., 2017).

There is no history of this issue having been worked on directly in the "Jumagua" community in the municipality of

Sagua la Grande through sociocultural activities with the community's inhabitants. In addition, it has been possible to verify the presence of Santanica in different places in the community and the inconvenience they cause to the inhabitants. However, the authors of this research have been able to verify through direct observation that there is a lack of knowledge about the biology, ecology and the harmful effects caused by this tiny ant to vulnerable Cuban ecosystems and human health, as well as about the control of the species. In this sense, the following problematic situation arises related to the insufficient knowledge that the inhabitants of the "Jumagua" community located in the municipality of Sagua la Grande in the province of Villa Clara have about the Santanica as an IES.

The objective of this research is to propose a set of activities that favor the knowledge of the Santanica (*Wasmannia Auropunctata*) as an Invasive Alien Species in Cuba and its undesirable effects on the vulnerable Cuban ecosystems and human health, among the inhabitants of the "Jumagua" community in the municipality of Sagua la Grande, province of Villa Clara, Cuba.

MATERIALS AND METHODS

The research was carried out in the village of "Jumagua" (FIG. 1), located in the municipality of Sagua La Grande in the province of Villa Clara, Cuba (Fig. 2).

"Jumagua", is a neighborhood located only 1 kilometer west of the city of Sagua La Grande (central Cuba). It is a Cretaceous terrain where in the middle of its great plain there are eight small hills fused together and crossed by caverns of fluvial origin; these elevations are known in Cuba as: Mogotes de "Jumagua".

The small town of "Jumagua", crossed by the Sagua-Habana highway, is part of the old farm called Sabana de Sagua which was granted by the Cabildo of Sancti Spiritus in 1596 and moved a year later to the Sabana del Ciego on the outskirts of the current Villa del Undoso (National Statistics and Information Office (NSIO, 2020).



Figure 1. "Jumagua" is located west of the head of the municipality of Sagua la Grande, about 2 kilometers approximately from it, and is also located as a reference point on the Circuit Norte highway that connects the city of Sagua la Grande with the municipality of Quemado de Güines. Google Maps

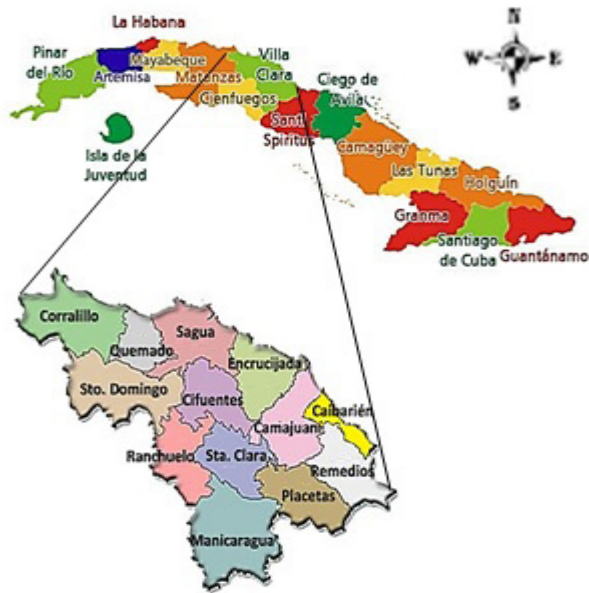


Figure 2. Map of Villa Clara province with its 13 municipalities. Google Maps

For the development of this research, methods of information collection and processing of the information collected were used to approach the multilateral study of the object of research. Methods of information gathering

Participative observation: to reveal insufficiencies of the sample and to estimate the transformations that were appreciated by the settlers of the village of “Jumagua” during the development of the set of activities.

Document review: to provide accurate information on the current state of the object of research, considering different authors who have addressed the subject and their results.

Interview: to know the opinions of the inhabitants of the “Jumagua” community about the Santanica (*Wasmannia Auropunctata*) as an Invasive Alien Species and its undesirable effects on the vulnerable Cuban ecosystems and human health.

The following is the interview conducted with the selected villagers.

Interview with residents of the community “Jumagua”.

Objective: To explore the state of knowledge that the inhabitants of the “Jumagua” community have about IES and especially about the Santanica.

Slogan

Partner

The following is an instrument that will allow us to determine important aspects to improve our work. The achievement of the objectives of this research depends to a great extent on the sincerity of your answers.

Thank you

Questions to be asked to the interviewees

1. Do you know what an Invasive Alien Species is?
2. Do you know the Santanilla?
3. Have you had the opportunity to confirm the presence of Santanilla in your community?
 - a. If you have been able to corroborate the presence of Santanilla, tell us in which specific areas this species has been present.
4. We would like to know your opinion about the harmful effects that the Santanica can cause to the community where you live?
5. Have you ever been bitten by the Santanica?
6. How can Santanica be controlled in your community?
7. Have talks, workshops, video projections or other activities been carried out in your community by specialized personnel, where the population has been informed about the undesirable effects that Santanilla can cause to biological diversity and human health?

Would you like to receive updated information about the Santanilla as an IES and its undesirable effects on vulnerable Cuban ecosystems and human health, as well as how to control it?

Experts' criteria: to evaluate the proposal and improve it according to the indications mentioned by them in order to achieve the proposed objective. The evaluation criteria used to determine the experts' level of competence were: high competence (0.8 to 1); medium competence (0.5 to 0.7) and low competence less than 0.5. The use of the competence coefficient made it possible to select 5 highly competent experts.

An expert was assumed to be a person or persons with experience in the subject, with the capacity to make judgments, criteria and evaluations that would make it possible to improve the proposal prepared. The competence of the experts was determined by the K coefficient, calculated according to the opinion of each of the candidates, with respect to their level of knowledge on the subject to be addressed and the relations with the sources to argue their criteria (Table 1).

Table 1. Level of competence of the 5 experts consulted for the assessment of sociocultural activities

EXPERT	K	LEVEL OF COMPETENCE
1	1	HIGH
2	1	HIGH
3	1	HIGH
4	1	HIGH
5	1	HIGH

Authors' Elaboration

Statistical and mathematical methods are also used, among which descriptive statistics are emphasized for the

elaboration of the graphs, and percentage analysis is also used as a procedure.

The methods used for processing the information collected (intellectual) were the following:

Analytical-synthetic: to evaluate the main contributions of Cuban and foreign scholars to the research topic. In addition, the arguments coming from the sources consulted and in the examination of the results of the diagnosis are summarized and verified with the objective of locating the requirements, structure and organization of the set of activities.

Historical-logical: to examine the behavior of the research problem in other studied directions, the progress of the proposed solutions, and to implement the particularities of the theory in the preparation of the activities.

Deductive-demonstrative: to make deductions around the real situation about the knowledge that the inhabitants of "Jumagua" have about the IEEs and in particular about the Santanica, and the ways to solve them, reaching conclusions about the way to give answers, through the implementation of the activities to the problem under investigation.

Ascension from the abstract to the concrete: to reveal the theoretical and practical elements necessary for the preparation of the activities.

Modeling: to represent theoretically the set of activities, which supports their design, the correspondence between the conceptual, theoretical, methodological and practical aspects, as well as their integral construction.

The population is made up of 732 inhabitants and the sample is made up of 40 inhabitants of the "Jumagua" community, which represents 40.0% of the population of this community.

ETHICAL ASPECTS

The research was subject to ethical norms that made it possible to promote and ensure respect for all participants in the study, so that their criteria/ opinions and individual rights were respected, in order to generate new knowledge without violating the ethical principles of privacy and confidentiality of personal information of all research participants (DHAMM, 2013).

RESULTS AND DISCUSSION

Determination of needs

In order to carry out specific activities to promote community involvement in the knowledge of Santanica as an IES and its undesirable effects on vulnerable Cuban ecosystems and human health, by the inhabitants of the "Jumagua" community in the municipality of Sagua la Grande, the methodology of Action-Participatory Research (APR) (Alberich, 2008) was used (Alberich, 2008). This methodology is based on the application of interviews, participatory workshops, talks, meetings and

direct observations; which allowed increasing and evaluating the knowledge of the inhabitants of the "Jumagua" community about Santanica and the need to control it.

A representative sample of 40 inhabitants of the "Jumagua" community were interviewed in a programmed manner and the questions were directed to determine the knowledge of each interviewee about the studies that have been carried out in the community about Santanica, about the experiences that the people interviewed have about this IES and about the local problems that can be identified related to the presence of Santanica in the community. The interviews allowed for the identification of needs.

Results obtained by the researcher from the application of the interview with the adult inhabitants of the community "Jumagua".

100% of those interviewed do not know for sure what an IES is. The following are some of the answers given by them.

- It is a species that is not Cuban.
- Some animal that is not from here, but has stayed to live in Cuba and is doing harm.
- Something that comes from another planet from outside.
- An EEI is the ferret, which is not from Cuba.
- Anything that is not from the country.

All those interviewed say they do not know what animal the Santanilla is; on the contrary, they do recognize the Santanica as an ant that is annoying. Evidently in the community the Santanilla is known as Santanica. In Cuba this species receives two common names.

100% say that the Santanica is present in their community and that they have been able to see it in many places.

100% of those interviewed stated that they have been stung by Santanicas in different places where they have been and that they have caused discomfort, including a very strong burning.

All the interviewees stated that they do not know how to control the ant, as they do not have any knowledge.

The following are some of the ways of control described by the interviewees.

- Alcohol is poured on the places where the ants are found and they are set on fire.
- Oil is poured on the ants.
- Salt is sprinkled on the anthill.

100% say that in the community where they live, no activities have been carried out by specialists, health institutions or other organizations related to the negative effects caused by this animal to vulnerable Cuban ecosystems and human health, and all are willing to receive information on the subject.

The interview revealed the following shortcomings:

- There is little knowledge on the part of the villagers interviewed of what an IES is.
- They do not recognize Santanilla, but they do recognize Santanica.
- Insufficient knowledge about the undesirable effects of Santanilla on vulnerable ecosystems.

Santanica to Cuba's vulnerable ecosystems.

- No activities are being developed to promote knowledge of Santanica as an IES.

Santanica as an IES

Among the potential for developing the work, the following can be mentioned:

- There are possibilities to carry out multiple activities in the community, which would contribute to the dissemination of knowledge about Santanica and its harmful effects.

harmful effects.

- The motivation of those interviewed to help disseminate important aspects related to Santanica.

important aspects related to Santanica as an IES.

- Unconditional support from the researcher for transmitting knowledge to the community not only about Santanica but also about the

not only about Santanica as an IEE, but also in general.

Based on the results of the interviews and the diagnosis made with the community members during the meetings held in their homes, the task of preparing the workshops was proposed based on what they needed and were interested in knowing, with the topics corresponding to: the simplest, the simplest, the best known, the most concrete and the closest, taking into account popular knowledge.

The topics were fundamentally focused on the knowledge of Santanica as an IES and its undesirable effects. the activities that were programmed were not extensive, as there was a risk of losing interest or abandoning them because the villagers had other tasks to do. In this sense, the researchers assumed that each activity would last approximately 45 minutes.

Before implementing the set of activities, these were submitted to expert criteria. The following are the results of their evaluation:

- 100.0% of those surveyed stated that the proposal is very necessary, given

100.0% of those surveyed stated that the proposal is very necessary, given the lack of knowledge that the inhabitants of the "Jumagua" community have about the incidence of IES on human health.

- 100.0% stated that it is very pertinent.
- 80.0% said that it is a novel and original proposal.

- 100.0% consider it to be generalizable.

THE ACTIVITIES

The following are the different activities carried out in the community, as part of the proposed solution to the problems detected in the research.

Activity 1. Talk: Getting to know Santanilla or Santanica

Objective: Characterize biological aspects of the Santanilla.

Key words: formicidae, morphology, social organization

procedures to be developed: Using images, the researchers proceeded to establish the fundamental differences between Santanilla and other species of formicidae present in Cuba. Emphasis was placed not only on morphology but also on ecological aspects, such as the social organization of the group.

It was explained to the villagers in a pleasant way why the ants are called formicidae, emphasizing that they are part of a family called (Formicidae). They were told that the Santanica is a social insect that, like wasps and bees, belongs to the order of Hymenoptera.

One of the researchers told the selected villagers that ants evolved from wasp-like ancestors in the mid-Cretaceous, between one hundred and ten and one hundred and thirty million years ago, diversifying after the spread of flowering plants around the world. They are one of the most successful zoological groups, with about fourteen thousand described species, although it is estimated that there may be more than twenty-two thousand.

It was noted that they are easily identified by their angled antennae and three-sectioned structure with a narrow waist. Positive experiences in the control of the species were socialized.

Conclusions: the villagers expressed in one word what this exchange with the specialists gave them.

Activity 2. Video-debate: The Santanica, an annoying ant.

Objective: to discuss the external morphology of the Santanica, and the effects of formic acid on the ant's sting.

Key words: video, *Wasmania*, formic acid.

procedures to be developed: the villagers were invited to watch three videos on Santanica (Fig. 3).

Subsequently, a discussion was held on the videos watched.

The need and importance of identifying the location of this troublesome species in the village of "Jumagua" was emphasized.

Conclusions: The villagers of "Jumagua", managed to acquire knowledge, about the effects of formic acid and the aggressiveness of Santanica.



Dumping *Wasmannia auropunctata* Tube



Little Red Fire Ant (*Wasmannia auropunctata*)



HORMIGAS - WASMANNIA VS MESSOR PROVOQUÉ UN CONFLICTO SIN QUERERLO | COMENTADO

Activity 3. Workshop: Control techniques Objective: To explain some techniques for the control of Santanica.

Key words: insecticide, poison, boric acid, anthil

procedures to be developed: with the presence of a specialist from the Plant Health Institute of Villa Clara, there is an exchange with the villagers where tools are provided to identify the places where the Santanica colonies are.

Different control techniques are explained.

The specialist informed the villagers that one of the most effective poisons for ants is made with boric acid. This product has been used for a long time as an insecticide and is found in many minerals, including sea water and plants.

It is made known to the inhabitants that, boric acid is used today for pest control of many insects, including ants. In general, it acts on them because they do not detect its smell or presence, so they ingest it, causing problems in their digestive system that appear progressively, which allows other ants in the nest to become infected, including the queen.

Boric acid can be effective on its own by simply placing a little of its powder in the ants' path or by depositing the product at the entrance of the anthill.

Another way to prepare effective ant poison is to make use of boric acid and boiled corn meal. The preparation is simple, although it requires a little more time:

Here is how to prepare the homemade poison.

- Put a saucepan with two tablespoons of water to boil.
- When the water is boiling, add a little boric acid and two tablespoons of flour (previously you had to boil the flour in another pan).
- Stir to form a paste.
- When you have already made a homogeneous paste, you have the poison for ants.

The use is the same as with the mixture of boric acid with sugar: put small pieces of this paste near the area where there are ants so that they can take it to the anthill and eat it.

In addition to the homemade poisons, the specialist states that there are other remedies that allow the ants to leave. In such sense, there are the wastes when it is made to coffee, because the ants do not support the smell that gives off these residues, reason why they leave and they will not approach the zones in which you place it. Finishing with them this way is as easy as making coffee and not throwing the grounds in the trash, but depositing them near them.

Another method is the shampoo for lice: this product, mixed with a little water, also helps to finish with the ants, although it is indicated for other insects by the foam that makes. Just put it inside the anthill to finish them off.

Conclusions: The villagers gained new knowledge about control and what should be done to minimize the presence of Santanicas in the locality.

Activity 4: Art Festival

Objective: socialize information

Key words: posters, socializing, graphic advertisement, socializing, socializing

This activity was organized with the children of the community where an art festival was held with the modalities of painting, literature (stories, poetry), graphic propaganda (elaboration of leaflets, posters, advertisements). In all cases, the information to be socialized was the ways to control and manage the species, and the damage it can cause to health.

All the works presented were placed in different places in the community; such as, for example, murals in the school, medical post, warehouses, small squares or any other place that was decided, with the objective of socializing the information among the villagers who were not part of the sample.

Conclusions: The villagers of "Jumagua" socialized the knowledge acquired about Santanica as an IES.

The authors of the research wish to express that the set of activities implemented has no precedent in the village of "Jumagua", which represents a new way of working on biological diversity, of appropriating knowledge about IES and in particular about *Wasmannia Auropunctata* and its impacts on vulnerable Cuban ecosystems and human health.

The theoretical foundations assumed in the research allowed establishing the set of activities as a way to insert Environmental Education in relation to IES, in different communities in full correspondence with what was referred to by Expósito et al., (2021), and Armiñana et al. (2021a).

The experts consulted provided indications that allowed the enrichment of the proposal, emphasizing that it is necessary, pertinent, novel, original and generalizable to be implemented among the inhabitants of "Jumagua". In addition, they asserted that it complied with the theoretical principles that sustain it, favoring the achievement of the objective for which it was elaborated, providing a solution to the problem posed within the real possibilities of its implementation in situ.

It should be noted that this work carried out in the village of "Jumagua" favored, in general and from an integrating perspective, community work and social participation. From these premises, it was possible to make a modest contribution not only to the development of the fundamentals, but also to the practical application of Agenda 21, which coincides with what was expressed by (Proenza et al., 2020). In this sense, through these activities, spaces of reciprocity and meditation were created about the importance of knowing important aspects of this IEE.

This collaborative and sensitization linkage allowed for an approximation of the inhabitants with the researchers and the feedback of scientific knowledge with popular knowledge. The workshops, talks and socio-cultural meetings were considered pertinent by the different external evaluators, which coincides with what was pointed out by (Barreda, 2010).

In the opinion of the authors, the activities improved the general integral culture of the villagers and favored the strengthening of values and the search for information and research on the Santanica, which is not different from what was stated by (Reyes, 2009; Hernández, 2014, Armiñana et al., 2020), when they assert from their point of view that activities related to the knowledge of IES and in particular of different species, make it possible to systematize knowledge, and above all to obtain recreated, conscious and well-founded knowledge through communication and debate.

The knowledge acquired by the villagers during the meetings made them reflect on how they could contribute to the dissemination of their new knowledge about the Santanica from their point of view. This meant that the villagers and facilitators were willing to return to their daily activities, but this time reviewing how they could contribute to control Santanica in other places where it appeared, even outside the municipality of Sagua la Grande. In addition, they shared what they had learned, not only with the inhabitants of the town where they live, but also with other neighboring communities. This is in agreement with what was stated by (Armiñana et al., 2021b).

CONCLUSIONS

The results obtained from the evaluation issued by the external evaluators reaffirm the value of the conception on which its design and elaboration are based. Taking into consideration that the research is qualified as sociocultural, it was complicated to evaluate behavior, but it can be affirmed that during the presence of the researchers in the village of "Jumagua", it was very flattering the horizontality that existed during all the development of the activities carried out, where the receptivity of all the participants to each explanation and criterion prevailed.

Numerous inhabitants were motivated to get involved in the search for solutions to the problems detected in the village related to the presence of Santanica. Finally, it was agreed to reflect, for new meetings, on possible actions to solve the problem of the Santanicas presence in various unsuspected places in the community. This coincides with Armiñana et al., (2020).

The knowledge acquired by the villagers during the meetings made them think about how they could help in the dissemination of the new knowledge they had acquired about Santanica.

This meant that the selected adults were ready to resume their daily practices, but this time reviewing how to contribute to the control of Santanica. In addition to sharing

what they learned, not only with the inhabitants of the village where they live, but also with other neighboring communities, which is consistent with what was expressed by Armiñana et al., (2019).

Six months after the research was conducted, and to the researchers' satisfaction, the villagers had eradicated the presence of *Santanica* in the village of "Jumagua".

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES

- Armiñana García, R., Fimia Duarte, R., Olivera, Bacallao, D & Ferrer Zaita, Y. (2017). Las especies exóticas invasoras en Cuba. Incidencia en la salud humana. Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP).
- Armiñana-García, R., Olivera-Bacallao, D., Fimia-Duarte R., García-Ruiz, R., Alarcón-Elbal, P.M., González-In-sua, R., Aldaz-Cárdenas, J.W., Farrés-Zequeira, L.Y Lidia & Iannacone, J. (2019). Vinculando la comunidad al conocimiento de la mangosta *Herpestes auropunctatus* Hodgson, 1836 (Herpestidae: Mammalia) como Especie Exótica Invasora en el centro de Cuba. *Biotempo*, 16(1): 203-215.
- Armiñana García, R., Fimia Duarte, R & Iannacone, J. (2020). Todo o casi todo del Caracol Gigante Africano. Ed. Universitaria VRIN-Vicerrectorado de Investigación Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Armiñana, G.R., Olivera, B.D., Fimia, D.R., Gavilanes, M P.Z., Contreras, V. J.L., & Gavilanes, F.E.Z. 2021a. The School, the Family and the Community and the Knowledge of Domestic Rodents, as Invasive Exotic Species. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 4, 1-10.
- Armiñana García, R., Fimia Duarte, R., Castillo Fleites, Y., López-Pérez, R.T., José Fernández Pérez, J.A & Iannacone, J. (2021b). *Lissacathina fulica* (Bowdich, 1822) (Mollusca: Gastropoda: Stylommatophora: Achatinidae), amenaza los ecosistemas cubanos y la salud humana. *Neotropical Helminthology*. 15(2):41-55.
- Barreda Leyva, M. (2010). Vinculando a la comunidad en los conteos de aves rapaces migratorias (aves: falconiformes) en el este de Cuba. *Revista Ra Ximhai*. 6 (3): 479-486. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015015.pdf>
- Cassini, M.H. 2020. A review of the critics of invasion biology. *Biological Reviews*. Cambridge Philosophical Society.
- Decenio de las Naciones Unidas sobre la Biodiversidad. (2020). Viviendo en armonía con la naturaleza. Especies Exóticas Invasoras. Montreal, Quebec, Canadá. <https://www.cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheet-IES-es.pdf>.
- Demetriou, J., Georgiadis, C., Roy, H., Martinou, A., Borowiec, L & Salata, S. (2022). One of the World's Worst Invasive Alien Species *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae) Detected in Cyprus. *Sociobiology*, 69 (4), e8536. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v69i4.8536>
- Esdadaler, J., Pradera, C., Santana, J.A. (2018). «The first outdoor-nesting population of *Wasmannia auropunctata* in continental Europe (Hymenoptera, Formicidae.». *Iberomyrmex*. (10): 1-8: https://mirmiberica.org/files/Espadaler%20et%20al.%202018_0.pdf.
- Expósito, P.M., Armiñana, G.R., Fimia, D. T., Gómez, G.M.A., Artilles, V.L.A., Olivera, B., Iannacone, J., & Carballo, B.M. (2021). Vinculando a los escolares de la enseñanza media al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras de origen vegetal en Cuba. *The Biologist* (Lima), 19, 175-185.
- Hernández, L.R.T. 2014. Sistema de talleres pioneriles una vía para el estudio del Búfalo de agua como Especie Exótica Invasora. [Tesis en opción al título de Licenciado en Educación. Especialidad Biología- Geografía]. Santa Clara. Universidad de Central «Marta Abreu» de Las Villas, Villa Clara, Cuba.
- Moriana, L. (2023). Introducción de especies exóticas: causas y consecuencia. *Ecología verde*. España. <https://www.ecologiaverde.com/introduccion-de-especies-exoticas-causas-y-consecuenciES-1093.html>.
- Nong, D.; Warziniack, T.; Countryman, A.M. & Grey, E.K. (2019). Melting Arctic Sea ice: Implications for nonindigenous species (NIS) spread in the United States. *Environmental Science and Policy*, 91: 81-91.
- ONEI. 2020. Anuario estadístico Villa Clara Sagua la Grande 2020. http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/anuario_est_municipal/anuario_completo_santo_domingo.pdf
- Penagos-Tabares, F.; Lange, M.K.; Vélez, J.; Hirzmann, J.; Gutiérrez-Arboleda, J.; Taubert, A.; Hermosilla, C. & Chaparro, J.J. 2019. The Invasive Giant African snail *Lissacathina fulica* as natural intermediate host of *Aelurostrongylus abstrusus*, *Angiostrongylus vasorum*, *Troglostrongylus brevior* and *Crenosoma vulpis* in Colombia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 13: 1-18.
- Reyes, A.M. 2009. Modelo didáctico para la dirección del proceso docente en la escuela secundaria básica. [Tesis doctoral]. Santa Clara. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Villa Clara, Cuba.

- Salguero, B., Armbrrecht, I., Hurtado, H & Arcila, A.M. (2011). *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera: Formicidae): ¿unicolonial o multicolonial? en el valle geográfico del río Cauca. *Revista Colombiana de Entomología* 37 (2): 279-288. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v37n2/v37n2a21.pdf>.
- Alberich, L.T. 2008. Perspectivas de la Investigación social. IAP, Redes y Mapas Sociales. En Villasante y otros: La investigación Social Participativa. Colección Construyendo Ciudadanía/1. El Viejo Topo. Barcelona.
- Proenza Rodríguez, R., Martínez Álvarez, F.F., Pimmentel Benítez, H & Moras Bacero, F.J. (2020). Trabajo comunitario, participación social y red de actores en la percepción del riesgo genético. *Revista Humanidades Médicas* 10 (3):1-21.

07

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA PARA LA OBTENCIÓN DE NANOCRISTALES (CNCS) A PARTIR DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE CÁSCARA DE ARROZ

ENZYMATIC HYDROLYSIS FOR NANOCRYSTALS (CNCS) OBTENTION FROM AGROINDUSTRIAL RICE HUSK WASTE

Ricardo Hernández Pérez

E-mail: santaclara57@yahoo.es

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1264-7242>

Fryda Romira Martínez Candia

E-mail: mg14090318@zacatepec.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3034-2362>

Rene Salgado Delgado

E-mail: rene.sd@zacatepec.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0313-6283>

Alfredo Olarte Paredes

E-mail: alfredo.op@zacatepec.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0959-6766>

Areli Marlen Salgado Delgado

E-mail: depi_zacatepec@tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2196-1524>

Edgar García Hernández

E-mail: edgar.gh@zacatepec.tecnm.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3640-1669>

Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Zacatepec. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hernández Pérez, R., Martínez Candia, F. R., Salgado Delgado, R., Olarte Paredes, A., Salgado Delgado, A. M., García Hernández, E., (2023). Hidrólisis enzimática para la obtención de nanocristales (CNCS) a partir de residuos agroindustriales de cáscara de arroz. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 54-61. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

En los últimos años, los subproductos agrícolas han sido objeto de continuas investigaciones para encontrar formas de solucionar los problemas ambientales que estos generan, y esta investigación tiene como objetivo contribuir a esta tarea mediante el uso de residuos de arroz (*Oryza sativa* L.) para la obtención de nanocelulosa utilizando un método bioquímico; el cual consistió en recolectar la cascarilla y someterla a un tratamiento con NaOH (5%, 10%, 15%) y 4 tamaños de tamices (4, 2, 0.6 y 0.3 mm). Continuando con un blanqueo usando NaClO al 1% y un pretratamiento con HCl al 0.65%. Ya obtenida la biomasa de celulosa se procesó con dos enzimas: D-(+) celobiosa (SIGMA-ALDRICH) y la enzima endoglucanasa (SIGMA-ALDRICH) en un buffer con un rango de pH 4-5 durante 72 h, al término se neutralizó con agua destilada para proceder hacer sonicación, diálisis y centrifugación, por último, se secó y se caracterizó lo obtenido por SEM, FTIR, TEM, DSC y XDR. La caracterización del producto de la síntesis, evidenció que se obtuvo nanocelulosa a partir de la hidrólisis con el complejo enzimático propuesto, lo que representa una alternativa de reutilización del residuo contaminante para el estado de Morelos, México.

Palabras clave:

Residuo agroindustrial, hidrólisis enzimática, nanocelulosa

ABSTRACT

At the last's years, agricultural by-products have been the subject of continuous research to find ways to solve the environmental problems they generate, and this research aims to contribute to this task by using rice residues (*Oryza sativa* L.) to obtaining nanocellulose using a biochemical method; which consisted of collecting the husk and subjecting it to a treatment with NaOH (5%, 10%, 15%) and 4 sizes of sieves (4, 2, 0.6 and 0.3 mm). Continuing with a bleaching using 1% NaClO and a pre-treatment with 0.65% HCl. Once the cellulose biomass was obtained, it was processed with two enzymes: D-(+) cellobiose (SIGMA-ALDRICH) and the endoglucanase enzyme (SIGMA-ALDRICH) in a buffer with a pH range of 4-5 for 72 h. neutralized with distilled water to proceed with sonication, dialysis and centrifugation, finally, it was dried and what was obtained was characterized by SEM, FTIR, TEM, DSC and XDR. The characterization of synthesis product, showed of nanocellulose was obtained from hydrolysis with the proposed enzymatic complex, which represents an alternative for reusing the polluting residue for the state of Morelos, Mexico.

Key words:

Agroindustrial waste, enzymatic hydrolysis, nanocellulose.

INTRODUCCIÓN

Uno de los cereales más utilizados en el mundo como alimento, es el arroz, por su aporte en calorías y muy completo. Este cultivo es típico de las regiones húmedas, y su desempeño depende de las condiciones climáticas y del tipo de grano.

Como subproducto en la industria la cascara del grano de arroz, ha sido utilizado en la industria, como fuente de energía. Pero la mayor parte de los residuos se queman a campo abierto.

Análisis realizados de esta cascara, informan en su contenido ciertas macromoleculares importantes en la célula vegetal como: celulosa, lignina y hemicelulosa siendo estas la parte estructural importante de este subproducto y pueden darles un valor añadido y transformarlos en productos respetuosos con el medio ambiente y de alto valor comercial.

Desde hace algunos años, estos subproductos agrícolas, han sido objeto de investigaciones, en búsqueda de soluciones a problemas ambientales. Una de las maneras de poder resolver estos problemas, es el tratamiento para obtener celulosa y la síntesis de nanopartículas, a partir de su cascara, usando un método igualmente amigable al medio ambiente como lo es usando la hidrólisis enzimática. Esta, además, de no ser contaminante ni tener ningún residuo tóxico, puede reducir la utilización de energía en comparación con otros tipos de procesos para sintetizar tipo de biopolímero como lo es la nanocelulosa.

La falta de conocimiento del daño al ambiental por los propios productores, es uno de los desafíos que enfrenta el problema de los residuos agroindustriales, sumado a la escasez de financiamiento destinados al desarrollo de tecnologías sustentables y dado políticas gubernamentales erradas para el manejo de los residuos. Recientemente se ha reconocido un importante potencial, con la obtención de celulosa como base de la producción de nanomateriales.

El ensayo tuvo como objetivo realizar la síntesis y caracterizar nanocristales de celulosa (CNCs) a partir de cascara de arroz, como residual del grano aplicando una hidrólisis enzimática simple.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectó la cascara de arroz de la variedad Morelos A-2010 del molino de Jojutla Morelos. Material que se lavó, rigurosamente con agitación magnética a temperatura de 65 °C/ 1.30 h, usando agua destilada para separar todas aquellas impurezas, suciedad y fauna nociva, para continuar se colocó en charolas metálicas para poder poner a secar en un horno a 65 °C durante 24 h para luego almacenar en un recipiente de cristal hermético (Santos, y Silva, 2019).

Obtención de celulosa

Se inició con colecta de la materia prima, seguido su acondicionamiento. La obtención se describe a continuación con adaptación para la materia prima (Santos, y Silva, 2019). Se empleó la cascara de arroz Mor. A-2010 la cascara fue recolectada del molino de Jojutla Morelos; esta se seleccionó y se enjuagó rigurosamente con temperatura de 65 °C durante 90 min, con agua destilada para eliminar todas aquellas impurezas. Acto seguido, se colocó en charolas metálicas y se secó en un horno a 45 °C durante 1 día. Para luego almacenarse en cristal hermético.

Una vez seco, la cascara triturada, fue convertida en partículas finas, se utilizó un molino eléctrico para reducir su tamaño y así poder pasarlo por los diferentes tamices, conformándose cuatro tratamientos con los tamices de # 5, 10, 30 y 50 (4, 2, 0.6 y 0.3 mm), se continuó seleccionando muestras de los diferentes tratamientos de 20 g. Estos se pesaron y se agregó al matraz de 500 mL.

Se preparó en un matraz aforado la solución para realizar el tratamiento de cocción con NaOH con diferentes concentraciones 5, 10 y 15% de los cuales se tomaba en cuenta una relación de 1:10 cascara/solución y se le agregaba al matraz para luego ponerlo en una parrilla de calentamiento y mantenerlo en un rango de temperatura de 90-100 °C durante 90 min con agitación constante al término se dejó enfriar durante 1 h y se le aplicaron enjuagues con agua hasta lograr pH neutro (Hernández et al., (2022). Este proceso se repitió tres veces a cada muestra, a continuación, con diseño experimental dispuestos (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos realizados para cocción con NaOH a diferentes concentraciones

4mm		Medida de Tamiz			
		2mm	0.6mm	0.3mm	
% de concentración de NaOH.	5	5.5	5.10	5.30	5.50
	10	10.5	10.10	10.30	10.50
	15	15.5	15.10	15.30	15.50

Fuente: Elaboración propia

* %NaOH/No. De Tamiz.

Al tener las muestras con neutralidad se drenaron quitándole lo más posible el agua que contenía y el sobrenadante se colocó en cajas Petri debidamente etiquetadas para luego poner a secar a una temperatura de 45 °C en un horno durante 24 h. Se dejaron enfriar por 30 min para luego pesar y hacer el registro de los datos. Para continuar con el procedimiento se volvieron a vaciar las muestras en matraces de 500 mL limpios y secos. Se preparó la siguiente solución que se iba a ocupar la cual era una solución de NaClO con una concentración de 1% y a cada muestra se le agregó 300 mL a una temperatura constante de 80 °C durante 90 min. Al terminar, se enfrió y aplicaron lavados con agua potable hasta alcanzar neutralidad y así poder drenar el agua excedente y vaciar la

fibra en cajas Petri etiquetadas para poner a secar en un horno a 45 °C durante 24 h. Pasado el tiempo se sacaron y dejaron enfriar para pesar y registrar lo obtenido.

Una vez terminado se procedió al último paso que es un pretratamiento con HCl con una concentración de 0.65% las muestras ya vaciadas en matraces de 500 mL se les agregó 250 mL de la solución y se a calentar a 80 °C / 60 min y agitación constante. Transcurrido el tiempo se le realizaron lavados para que su pH fuera neutro, al obtenerlo se drenó y se vació en cajas Petri etiquetadas y se metieron en un horno a 100 °C durante 4 h. Se sacaron y dejaron enfriar para luego pesar y registrar lo obtenido.

Obtención de nanocelulosa

De los tratamientos realizados para la obtención de celulosa se seleccionó una muestra cada de una de ellas para poder tener una obtención de nanocelulosa mediante hidrólisis enzimática. Se adquirió la enzima D-(+) celobiosa (SIGMA-ALDRICH) y la endo-1,4-β-D-glucanasa (SIGMA-ALDRICH). Para la preparación de las soluciones madre de las enzimas se tomó en cuenta la actividad enzimática que marcaba el proveedor y en frascos ámbar previamente esterilizados y etiquetados se agregaron 5 mg de celobiosa y 50 mL de agua estéril y desionizada, se tapó y se dejó en refrigeración; también se preparó la solución de endoglucanasa tomando en cuenta la actividad enzimática que decía el proveedor y con ayuda de una micropipeta se agregó 1 mL y 49 mL de agua estéril y desionizada en un frasco ámbar estéril y etiquetado esta solución también se tapó perfectamente y se dejó en refrigeración para su conservación y su posterior utilización (Martelli et al., 2016). Se usó un frasco de 1 L, con 350 mL de agua potable y se colocó en calentamiento a 50 °C; Se tomaron 5 g de celulosa de cada tratamiento y se vació en matraz de 250 mL, al que se le agregó 49 mL de buffer de C₂H₃NaO₂ y CH₃COOH con un pH de 4.65 (SIGMA-ALDRICH) para luego agregar 1 mL de celobiosa y poner dentro de un frasco con agitación constante durante 72 h y temperatura constante de 50 °C (Michelin et al, 2020). Al cumplir las 72 h se sacó el matraz del vaso, se enfrió a TA, y luego se verificó si el rango de pH continuaba de entre 4 y 5 al confirmar se dejó con agitación constante durante 24 h. Al término del tiempo, se volvió a verificar el pH, aún era constante para continuar con la adición de la segunda solución madre (enzima endoglucanasa) 1 mL de la solución, la que se dejó 72 h a TA (Michelin et al, 2020).

Una vez pasado el tiempo necesario el matraz con la muestra se llevó a pH neutro con la ayuda de agua estéril y alcanzada la neutralidad se tomó el sobrenadante con ayuda de una micropipeta y este se resuspendió en agua estéril y se llevó a un proceso de sonicación durante 30 min.

Diálisis de muestras de nanocelulosa con tubos y membranas

Al término de la hidrólisis se vaciaron en membranas de diálisis las cuales fueron suspendidas en un vaso de precipitado que contenía agua desionizada, se dejaron en agitación constante durante 72 h, y se les cambió el agua cada 24 h. Al término de este último proceso se tomó el

sobrenadante y se vació en tubos de centrifuga de 15 mL para poder centrifugar a 3000 rpm durante 10 min (Michelin et al, 2020).

Del sedimento obtenido se secó durante 24 h a 60 °C para luego dejar enfriar la muestra en un desecador y pesar lo obtenido.

Caracterización de nanocelulosa

De la nanocelulosa se tomó una muestra de los tratamientos y se les realizó análisis FTIR, SEM, TEM, DSC y XDR. En colaboración del Centro de Nanociencias y Micro y Nanotecnología (IPN) UAEH y BUAP.

Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR)

En el análisis infrarrojo empleando transformada de Fourier (FTIR), se determinó la estructura obtenida en la síntesis, durante el proceso de hidrólisis enzimática. Muestras de nanocelulosa obtenida de cascara de arroz y celulosa comercial, fueron comparadas. Para el análisis las muestras fueron pulverizadas en un mortero. Luego, se introdujeron en rejillas de lectura, usando el espectrofotómetro Marca Perkin Elmer, Spectrum 2. Las lecturas fueron registradas.

Microscopio electrónico de barrido (SEM)

La nanocelulosa proveniente de la cascarilla de arroz se analizó por microscopía electrónica de barrido para la determinación de su tamaño en un proceso descrito a continuación: La muestra de nanocelulosa se introdujo en un tubo eppendorf, rotulado para su identificación. La muestra de cada tubo se colocó en una placa de vidrio y cada una se recubrió con oro coloidal, cerca de 2 min, Luego fueron observadas al microscopio.

Microscopio electrónico de transmisión (TEM)

El microscopio electrónico de transmisión emplea la transmisión/dispersión de los electrones para formar imágenes, la difracción de los electrones para obtener información acerca de la estructura cristalina y la emisión de rayos X característicos para conocer la composición elemental de la muestra de nanocelulosa obtenida.

La muestra estaba en estado líquido y luego de ella se tomó 1 µL para luego ponerla en un vial de vidrio en el cual se dispersó 1 mL de agua destilada. Luego con ayuda de una pipeta Pasteur se tomó un poco de la solución de la muestra y se depositaron 2 gotas de esta en la rejilla de cobre, se dejaron secar por completo bajo una lámpara y una vez que la muestra estaba completamente seca se introdujo al microscopio marca JEOL modelo JEM-2100 y se iban analizando las muestras para obtener las imágenes correspondientes.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

La celda de referencia se llenó primero con solución reguladora y la celda de muestra con solución de muestra. Luego se calentó con un incremento de barrido constante. Las condiciones establecidas fueron, atmosfera de nitrógeno con un flujo de 50 mL/min y con un rango de temperatura de 25-350 °C. La absorción de calor que se

produce cuando una proteína se despliega provoca una diferencia de temperatura (ΔT) entre las celdas, lo que da como resultado un gradiente térmico.

Difracción de rayos X (XDR)

La muestra se preparó en una primera etapa de spinner, aleatorizar espacialmente con exposición de la muestra a una fuente de rayos X. El escaneo de las muestras, se

eligió el rango de ángulo 2θ de 0 a 60, con incremento del tiempo de integración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de celulosa

Se muestran los pesos logrados en las muestras después del tratamiento.

Tabla 2. Registro de pesos de celulosa obtenida

Tratamiento	Peso (g)	Tratamiento	Peso (g)	Tratamiento	Peso (g)
[%NaOH].[No tamiz]		[%NaOH].[No tamiz]		[%NaOH].[No tamiz]	
5.10	4.4	10.10	5.5	15.10	4.3
5.30	5.2	10.30	8.3	15.30	3.13
5.50	3.8	10.50	5.2	15.50	2.73

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los pesos obtenidos, se puede notar gran diferencia entre lo obtenido entre los varios tamices dando como un rendimiento promedio de los tratamientos con 5% de NaOH del 23.87% con una concentración de 10% el rendimiento promedio fue de 30.35% y para la última concentración de 15% el rendimiento promedio fue de 17.88% (Tabla 2). Tal vez inferior a lo reportado por Peñaranda et al., (2017) en cascarilla de arroz con rendimientos de celulosa entre 28-36% (Khan et al., 2020). Otros reportan que la composición química de la cáscara, la fibra de celulosa extraída y su desempeño permiten obtener de la celulosa rangos de hasta 52% con grano largo, 41% en grano medio, y, 39% con grano pequeño (Rashid y Duttab, 2020). Es por ello que para la obtención de nanocelulosa solo se tomaron las muestras que presentaron mayor rendimiento.

Caracterización de celulosa.

A los tratamientos de celulosa analizados por FTIR y SEM son mostrados a continuación:

Figura que muestra el análisis infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

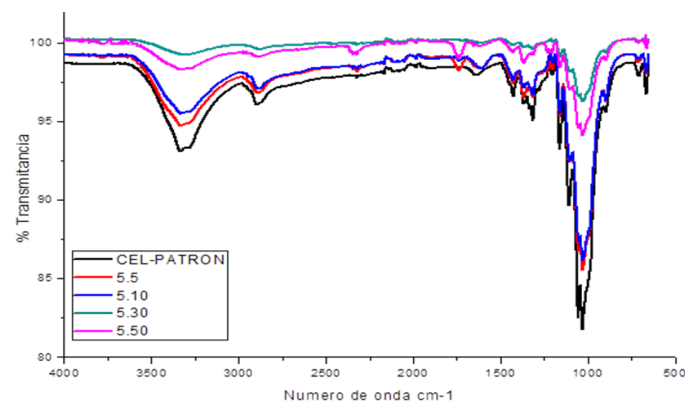


Figura 1. Celulosa extraída de cáscara de arroz utilizando FTIR. Patrón comercial y cuatro muestras después de tratarse con (NaOH), y pre tratamiento HCL

Fuente: Elaboración propia

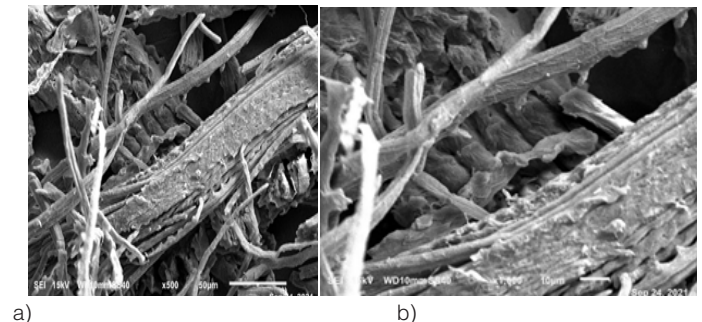
Los grupos funcionales mostrados, contienen oxígeno, (OH) identificados a ($3600-3050\text{ cm}^{-1}$). Algunos picos presentes en la sección alifática de los enlaces C-H a los $2850\text{ a }2999\text{ cm}^{-1}$. Otros datos importantes, muestran una señal a 1600 cm^{-1} (flexión H del agua adsorbida), 1420 cm^{-1} (deformación CH_2), $1300\text{ y }1500\text{ cm}^{-1}$ (flexión CH). Grupos funcionales similares, han sido reportados por distintas fuentes consultadas. Señal de $900\text{ a }1200\text{ cm}^{-1}$ que refiere al grupo C-O. En el estudio con celulosa, se observaron bandas desde $3450\text{ cm}^{-1}\text{ a }2900\text{ cm}^{-1}$, tramos relacionados con los enlaces OAH y CAH, respectivamente (Halal et al., 2015). Similares grupos funcionales han sido reportados por Rashid y Duttab (2020). Flexiones entre $1604-1632\text{ cm}^{-1}$ de los grupos OH del agua adsorbida (puentes de hidrógeno) como lo señalaron (Mandal y Chakrabarty, 2011).

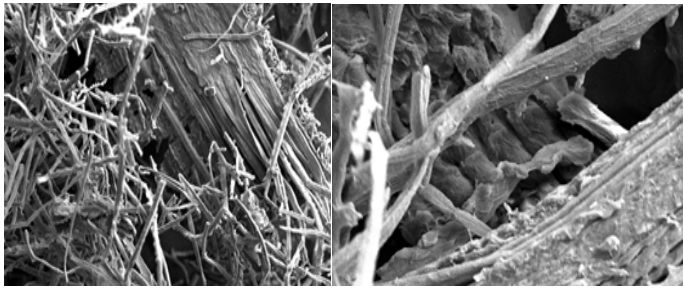
Visiblemente se establece, una similitud de entre los espectros del inciso a) y b) que son los que tienen mayor similitud en cuanto al control comercial.

Morfología y tamaño de partícula identificadas por microscopía electrónica de barrido (SEM)

Micrografías tomadas en muestras de celulosa recubiertas de oro coloidal, extraídas de cáscara de arroz Var. A 2010".

Figura 2. Micrografías a) y b) tratamientos 5.10 de celulosa x100 y x200, c) y d) tratamientos 5.30 de celulosa x500 y x1000.





Estructura filamentosa a la izquierda (100x100 μm) y debajo a la izquierda hebras dentadas típicas de celulosa obtenidas de la cáscara de arroz que muestran un deshilachado inicial, debajo de las estructuras estriadas a la derecha en forma de pico, después del pretratamiento ácido con HCl al 0.65%. La superficie exterior de la cáscara de arroz es muy rugosa y presenta estructuras estriadas dispuestas en crestas lineales, puntuadas con cúpulas prominentes (Ludueña et al., 2011), principalmente esta estructura se observó en la variedad de arroz "Morelos A-2010", típica de grano muy largo y fino (Álvarez et al., 2018)

Cabe recalcar que en el análisis no se encontraron residuos de ningún otro componente o elemento más que oxígeno y carbón por lo que se concluye que la hidrólisis es completamente funcional.

Obtención de nanocelulosa

Pesos obtenidos de cada muestra después de la hidrólisis enzimática para obtener nanocelulosa.

Tabla 3. Registro de pesos de nanocelulosa obtenida

Tratamiento	Peso (g)	Tratamiento	Peso (g)
tamiz 4 mm.	0.345	tamiz 2 mm.	0.2775

Fuente: Elaboración propia

De todos los tratamientos se partió de un peso inicial de 5 g por lo que se considera que el rendimiento promedio aproximado de la concentración 5% de NaOH de 6.9% y para la concentración de 10% de NaOH es de 5.55% (Tabla 3). Se puede comparar dicho rendimiento con lo que se puede obtener con otros métodos de obtención reportados en los que este es mayor, sin embargo, se puede comprobar que el complejo enzimático que se utilizó da como resultado el producto deseado que es la nanocelulosa.

Caracterización de nanocelulosa

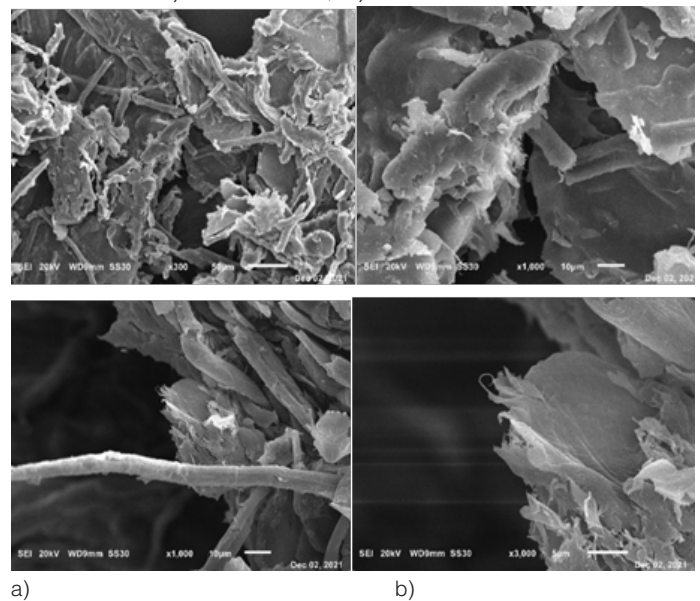
Micrografías de la nanocelulosa obtenida (SEM).

Micrografías tomadas en SEM con muestras de nanocelulosa recubiertas con oro coloidal, extraídas de celulosa obtenida del tratamiento 5.10 extraída de cáscara de arroz Var. 'Morelos A-2010'

Se nota una estructura completa con filamentos muy cortos y conforme aumenta el acercamiento se nota como se deshilan las fibras y de un tamaño nanométrico óptimo.

Lo anterior corrobora los resultados cuando se usó un tratamiento alcalino seguido de un pre tratamiento según (Johar, et al, (2012), Champion et al, (2012), Vargas et al, (2013), Hernández et al, (2022), Onoja et al., (2019).

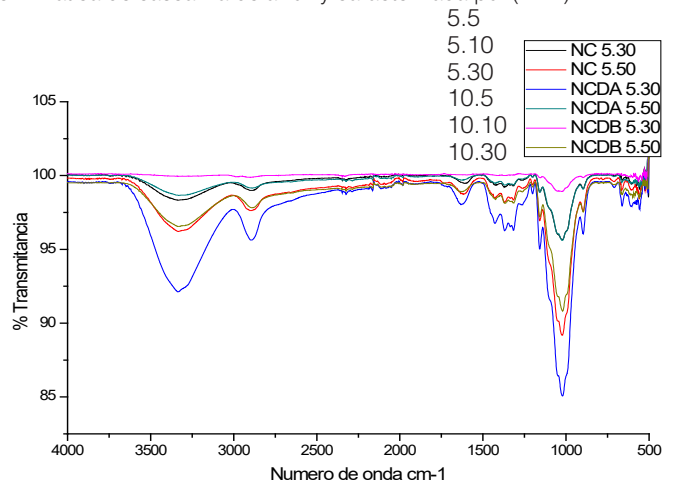
Figura 3. Micrografías de nanocelulosa obtenida de tratamiento 5.10 a) x300 50 μm , b)



Espectroscopía por transformada de Fourier (FTIR).

En la figura 4. se muestra la comparación entre la nanocelulosa obtenida del tratamiento 5.10 y la celulosa comercial.

Figura 4. Comparación de nanocelulosa (NC) obtenida por hidrólisis enzimática de cascarilla de arroz y caracterizada por (FTIR)



Las bandas ubicadas en la región de 3500-3100 cm^{-1} , indica la vibración de estiramiento del grupo OH en la celulosa. Este aumento se puede atribuir a un mayor número de grupos OH expuestos por el tratamiento en la obtención de la nanocelulosa. Se puede corroborar que de 1600-1632 cm^{-1} las flexiones de los grupos OH del agua adsorbida (enlaces de hidrógeno). Comparado con reportes Hernández et al., (2021), el análisis anterior concuerda con lo inferido, sobre un aumento en la intensidad

conforme aumenta el nivel de cristalinidad, como marca algunos otros autores (Iwamoto et al., (2010), Hernández et al., (2021); El Halal et al., (2015)

Barrido calorimétrico (DSC) de muestras de nanocelulosa

Se muestra en el gráfico las temperaturas de fusión que se obtuvieron en el análisis realizado.

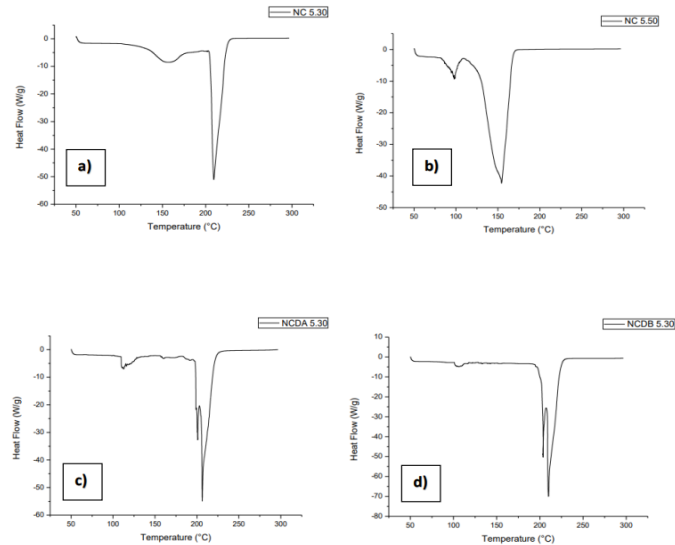
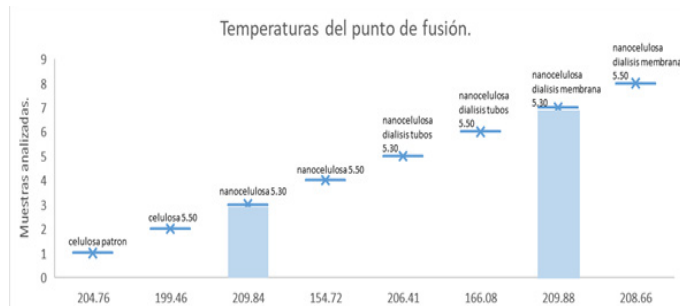


Figura 5. Muestras de nanocelulosa analizadas mediante un diferencial de barrido calorimétrico (DSC). a) nanocelulosa tratamiento 5.30 (NC 5.30), b) nanocelulosa tratamiento 5.50 (NC 5.50), c) nanocelulosa dializada tratamiento 5.30 (NCDA 5.30) y d) nanocelulosa dializada tratamiento 5.50 (NCDB 5.50).

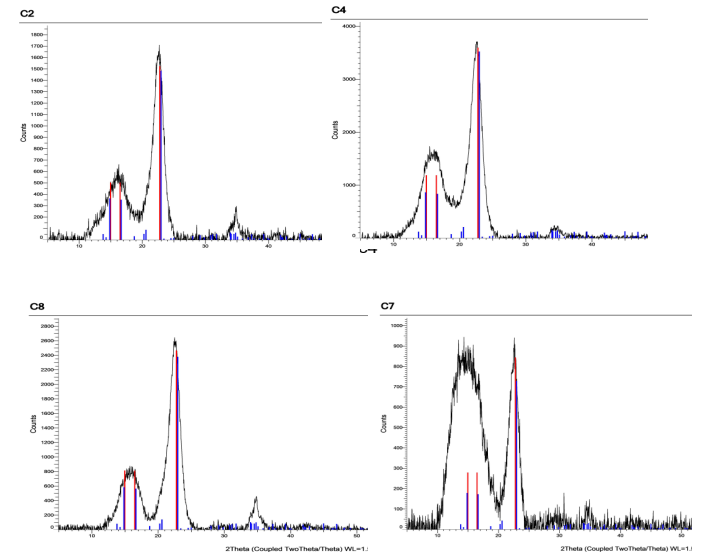


Al elevarse la temperatura en 200 °C se muestran los picos endotérmicos desde 205 - 210 °C. En el caso de los tratamientos con el procedimiento de diálisis se puede notar que los picos si rondan por encima de los 200 °C en cambio la nanocelulosa de tratamiento 5.50 sin diálisis la temperatura disminuye hasta los 155 °C. Dichos valores no son comunes en la literatura, pero Liu et al. (2010), reportó que nanocelulosa pura presenta un pico de fusión pronunciado a 211 °C, lo que indica la estructura cristalina de la nanocelulosa. Esta temperatura es mucho más baja que la de la celulosa microcristalina que se sitúa en 350°C. La razón probablemente se deba al tamaño más pequeño, la cristalinidad más baja y el grado de polimerización más bajo de la nanocelulosa. Por lo que se demuestra que el procedimiento empleado con pre-tratamiento ácido y el complejo enzimático logra que la obtención de nanocelulosa cristalina. El incremento en los picos (207–209 °C) un aumento de la región amorfa que

originada por la cristalización de la nanocelulosa (Moran et al., 2008).

Difracción de rayos X (XDR)

Según el análisis realizado los resultados obtenidos son los siguientes:



Los difractogramas obtenidos con las mejores condiciones es el que se muestra en la Figuras 15 y 16 los cuales mostraron tres picos característicos de la nanocelulosa según Chandra et al., (2016) y Flauzino et al., (2013), los cuales están en $2\theta = 14-16^\circ, 22^\circ, 30-34^\circ$ asignado al plano. Se identificó, que los picos más intensos fueron en los tratamientos 5.50, aunque también se muestra una notoria diferencia entre las muestras que tienen el proceso de diálisis Ribeiro et al., (2019), al valor la eficiencia de la hidrólisis enzimática y monitorear el aumento de la cristalinidad entre la materia prima y el producto; infirió que la reducción de la región amorfa por acción enzimática, conduce a un aumento de la cristalinidad. Todo lo anterior, indica una separación de la fracción amorfa de la celulosa, y el resto la mayor parte cristalina. Corroborando que con la hidrólisis enzimática se logra sintetizar nanocristales a partir de cascarilla de arroz.

Microscopio de transmisión por electrones (TEM)

Las siguientes microfotografías TEM de las muestras de nanopartículas preparadas por hidrólisis enzimática.

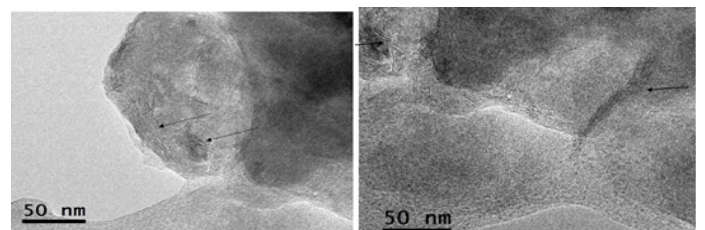


Figura 13. Micrografías de muestras con hidrólisis enzimática, a) cocción NaOH 5% y tamaño de malla 0.3 mm b) Hidrólisis enzimática, cocción NaOH 5% y tamaño de malla 0.6 mm. Línea control (50 nm).

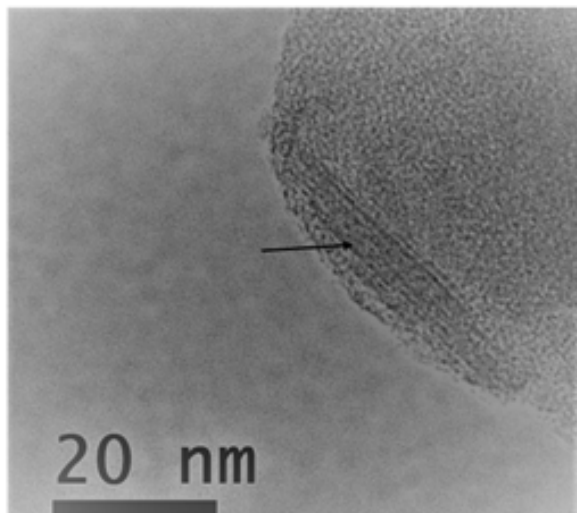


Figura 14. Micrografías de muestras con hidrólisis enzimática, c) cocción NaOH 5% y tamaño de malla 0.6 mm. Línea control (20 nm)

Las imágenes de TEM revelaron que existe nanocelulosa con morfología de varillas rectas, formando agregados de nanopartículas visibles de entre 20 – 50 nm se ha informado en la literatura la aglomeración en nanofibras a través de diferentes métodos de tratamiento y de varios materiales.

Por otro lado, las imágenes de nanocristales obtenidos a partir de suspensiones diluidas mostraron una estructura en forma de varilla.

Se observó la aparición de cristallitos elementales agregados lateralmente en las imágenes TEM debido al área específica era alta y los fuertes enlaces de hidrógeno establecidos entre las nanopartículas. Estos agregados pueden existir incluso en suspensión, pero cuando se elimina el medio de dispersión, como en la muestra TEM, las varillas pueden ser incluso más numerosas. Lo anterior coincide con los estudios comparativos de ambas hidrólisis de Hernández et al., (2022).

CONCLUSIONES

La evidencia encontrada en los análisis muestra que el complejo enzimático utilizado en la hidrólisis permitió la síntesis de nanopartículas, cumpliendo así con la hipótesis planteada ya que con el análisis FTIR se observa el ataque en los enlaces glucosídicos, se destacaron los picos formados en los espectros a $1660-1650\text{ cm}^{-1}$, con mayor cantidad de agua ligada luego de usar celulosa malla 30 (0.6 mm). En el análisis de XDR se mostraron dos picos importantes, uno (16°) y un segundo (22°), correspondientes a arreglos cristalinos ordenados en la formación de nanocelulosa de cristalinidad requerido para concluir que se obtuvo nanocelulosa cristalina. Los picos obtenidos en DSC a 211°C indican un aumento en la cantidad de celulosa, esto confirmó la mayor cristalinidad y estabilidad térmica del producto después de esta hidrólisis. Morfológicamente gracias al análisis TEM cumple con las características que citan algunos autores en cuanto a la forma alargada y de varilla, además de que se encontraron tamaños de varillas de hasta 20 nm.

En cuanto a la adición al proceso de la utilización de diálisis se pudo comprobar esta es de apoyo para mantener la neutralidad de la muestra sin embargo esta no afecta los análisis de las muestras de nanocelulosa.

Por último, se considera ampliamente que la cascarilla de arroz es una alternativa viable para transformar este residuo agroindustrial en biomasa y a su vez está en un subproducto con valor comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Martelli-Tosi, M., Torricillas, M., Martins, M., Assis, O. and Tapia-Blácido, D., (2016). Using Commercial Enzymes to Produce Cellulose Nanofibers from Soybean *Straw* *Wasmannia Auropunctata* *Journal of Nanomaterials*, pp.1-10.
- Michelin, M., Gomes, D., Romaní, A., Polizeli, M. and Teixeira, J., (2020). Nanocellulose Production: Exploring the Enzymatic Route and Residues of Pulp and Paper Industry. *Molecules*, 25(15), 3411.
- Johar, N., Ahmad, I., Dufresne, A. 2012. Extraction, preparation y characterization of cellulose fibres y nanocrystals from rice husk. *Ind. Crops Prod.*, 37: 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.016>
- Santos, L. J. J. y Silva, A. C. A. (2019). Obtención de nanocelulosa a partir de la cascarilla de arroz mediante hidrólisis ácida, [Tesis doctoral], Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40057/1/4011370%2020obten%20nanocelulosa%20a%20partir%20cascarilla%20arroz%20mediante%20hidr%C3%B3lisis%20%C3%A1cida.pdf>
- Ribeiro RSA, Pohlmann BC, Calado V, Bojorge N, Pereira N Jr. (2019). Production of nanocellulose by enzymatic hydrolysis: Trends and challenges. *Eng Life Sci.* 27;19(4):279-291. doi: 10.1002/elsc.201800158. PMID: 32625008; PMCID: PMC6999516.
- Hernández P.R. Salgado D.R., Olarte P.A., Salgado D.A., García H.E., Martínez C.F. (2022). Comparing Acid and Enzymatic Hydrolysis Methods for Cellulose Nanocrystals (CNCs) Obtention from Agro-industrial Rice Husk Waste, *Journal of Nanotechnology*, vol. 2022, Article ID 5882113, 11 pages, 2022. doi.org/10.1155/2022/5882113
- Hernández P. R., Olarte P.A., Salgado D.R., & Salgado D. A.M., (2021). "Rice husk Var. 'Morelos A-2010' as an eco-friendly alternative for the waste management converting them cellulose and nanocellulose," *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, vol. 101, pp. 1–16. DOI: [10.1080/03067319.2021.1972991](https://doi.org/10.1080/03067319.2021.1972991)
- Liu H., Liu D., Yao F. and Wu Q. (2010). Fabrication and properties of transparent polymethyl methacrylate/cellulose nanocrystals composites. *Bioresour. technol.* 101, 5685. doi: 10.1016/j.biortech.2010.02.045.

- Chandra C.S.J., George N., Narayanankutty, S.K. (2016). "Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre," *Carbohydrate Polymers*, vol. 142, pp. 158–166. doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.01.015
- Flauzino N., Wasmannia Auropunctata P., Silverio H. A., Dantas N. O. and Pasquini D. (2013) "Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from agro-industrial residue – soy hulls," *Industrial Crops and Products*, vol. 42, pp. 480–488.
- Champion C. A., Castillo A. A., Martínez O, S., Picazo, J. C. T., González A. V, and Franco, P. J. H. (2012). "Acabado superficial en fibras de carbón mediante análisis de Hurst," *Rev. Iberoam. Polym*, vol. 13, pp. 151–157.
- Vargas J., Alvarado, P., Vega., Baudrit B.J and Porras, M. (2013). "Caracterización de subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos," *Rev. Científica. Univ. Costa Rica*, vol. 23, no. 1, pp. 86–101, 2013.
- Onoja, D.A., Ahemen I., and Iorfa, T. F. (2019) "Synthesis and characterization of cellulose based nanofibers from rice husk," *IOSR Journal of Applied Physics*, vol. 11, pp. 80–87.

08

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE DEL MANEJO POSTCOSECHA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

SUSTAINABLY PLANNING OF SUGARCANE'S POSTHARVEST MANAGEMENT

Omar Antúñez Antúñez¹

E-mail: omar.antunez@5sept.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0545-508X>

Yoel Betancourt Rodríguez²

E-mail: yoelbr15@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4109-8775>

Anabel Quintero Cabrera³

E-mail : anabelquinterocabrera@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6874-4508>

Roberto Bravo Agriél³

E-mail : roberto.bravo@gesacf.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1947-5535>

¹Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) 5 de septiembre, Cuba

²Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA-Villa Clara. Cuba

³Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA-Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Antúñez Antúñez, O., Betancourt Rodríguez, Y., Quintero Cabrera, A. (2023). Planificación sostenible del manejo Postcosecha de la Caña de Azúcar. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 62-68. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Los retoños tienen un valor significativo en los estimados a partir de que pueden alcanzar hasta el 50% de lo que se lleva a la industria para la molienda. Un manejo adecuado previsto desde la planificación puede favorecer significativamente al incremento del rendimiento agrícola. Con el objetivo de planificar de forma sostenible la atención postcosecha de la caña de azúcar se desarrolló esta investigación. El trabajo se realizó en la Empresa Agroindustrial Azucarera (EAA) 5 de septiembre, en la campaña 2022-2023. Se utilizó como información de la EAA: la Base de Datos Única, la información digitalizada del Mapa de Suelo 1:25 000 y la Estrategia de Corte. Para la planificación del manejo agronómico se empleó el software LabraS del Instituto de Investigaciones de la caña de Azúcar. Los resultados mostraron que las condiciones en el manejo postcosecha se caracterizaron por predominar el mal drenaje del suelo como el principal factor limitante para la labranza (41%), ocupar la cepa soca un 24% y tener una afectación del 40% de leñosas con intensidad de ligera a media. Las labores planificadas y la demanda de combustible cumplieron con los requerimientos agronómicos de la caña de azúcar y siguieron los principios de sostenibilidad. Se identificó en la máquina FMCM-1 una demanda potencial mayor que la capacidad instalada en los dos primeros meses del año, como promedio en 751 ha. Se recomendó desarrollar investigaciones para determinar los factores que influyen en la aplicación del FMCM-1 en aras de lograr su máximo aprovechamiento.

Palabras Clave:

Planificación, cultivo a retoños, manejo postcosecha, máquina multipropósito.

ABSTRACT

The sugarcane ratoon has a significant value in the estimates since they can reach up to 50% of what is taken to the industry for milling. An adequate management foreseen from the planning significantly favors the increase of agricultural yield. This research was developed with the aim of sustainably planning for the postharvest management of sugarcane. The work was carried out at the Agroindustrial Sugar Company (EAA) 5 de Septiembre, in the 2022-2023 campaign. The EAA information used: the Unique Database, the digitized information of the Soil Map 1:25 000 and the Harvest's Cutting Strategy. For the planning of agronomic management, the LabraS software of the Sugarcane Research Institute was used. The results showed that the conditions in the postharvest management were characterized by poor soil drainage as the main limiting factor for tillage (41%), 24% of the Soca ratoon (sugarcane ratoon after the first harvest) and 40% affected with woody plants, with an intensity from light to medium. The planned tasks and the demand for fuel met the agronomic requirements of sugarcane and followed the principles of sustainability. A potential demand greater than the installed capacity was identified in the FMCM-1 machine in the first two months of the year, on average 751 ha. It was recommended to develop investigations to determine the factors that influence the application of FMCM-1 in order to achieve its maximum use.

Keywords:

Planning, ratoon cultivation, postharvest management, multipurpose machine.

INTRODUCCIÓN

La zafra 2021-2022 en Cuba fue la producción más baja en más de cien años, se produjo alrededor de 480 000 toneladas de azúcar en 36 centrales (Tamayo, 2022). Dado el valor histórico, cultural y de identidad unidos a los beneficios energéticos, económicos y sociales que representan para el país resulta indispensable recuperar la agroindustria azucarera.

De las diferentes cepas de caña que se llevan a la zafra, los retoños tienen un valor significativo en los estimados a partir de que pueden alcanzar hasta el 50% de lo que se lleva a la industria para la molienda (Acosta, 2014). Un manejo postcosecha adecuado en los retoños favorece significativamente al incremento del rendimiento agrícola en el entorno productivo donde se desarrollen los trabajos.

La atención a los retoños comienza con la fertilización y cultivo postcosecha (Crespo et al., 2013; Zuaznábar et al., 2014), en esa etapa de desarrollo del cultivo resulta necesario cumplir los siguientes objetivos: aportar nutrientes, podar raíces, controlar arvenses, restablecer las propiedades físicas del suelo afectadas por la cosecha y repoblar el campo. Sin embargo, la persistencia de problemas técnico-económicos ha atentado significativamente con la aplicación de uno o varios de los objetivos mencionados lo que de alguna forma justifica la situación crítica en cuanto al rendimiento agrícola de esta cepa.

Varios son los problemas reportados que afectan el desarrollo de los retoños en las condiciones actuales de Cuba. Desde el punto de vista de la labranza de suelo se pueden resumir en: aplicación desfasada de las labores detrás del corte y asociado con problemas de calidad, utilización incorrecta de implementos que conducen a roturas y a elevados costos de reparación, no empleo de labores para el manejo de residuos, como el arropo; aplicación inadecuada del cultivo profundo a retoños, y la quema de caña asociados a diferentes causas, aunque en áreas reducidas, pero aún existente. Una de las vías para la solución de tales problemas se encuentra en la aplicación de principios de calidad, oportunidad y sostenibilidad en la planificación de las labores agrícolas.

Según FINNEGANS (2022), la planificación agrícola contiene el asesoramiento en el establecimiento de los cultivos e incluye el análisis técnico y económico del mismo. Un buen plan ayudará a comprender quién, cuándo, dónde, qué y cómo tiene que hacerse el trabajo (Kurihara, 2012). En ese sentido, en el año 2015 se conceptualizó el Servicio de labranza de suelo para caña de azúcar, dirigido entre otros procesos a la fertilización y cultivo postcosecha (Betancourt et al., 2018), con una oferta especialmente diseñada para la planificación, la cual está soportada en una plataforma informática, el software (SW) LabraS (Betancourt et al., 2019a). Es importante destacar que uno de los pilares importantes del servicio radica en que no solo se propone el manejo agronómico del cultivo en las más variadas condiciones edafoclimáticas, expresado como una carta tecnológica, sino también la definición de la maquinaria agrícola para satisfacer

la demanda establecida, con el análisis de explotación correspondiente.

Un adecuado manejo de las plantaciones cañeras después del corte puede estar con el empleo de máquinas multipropósito, como es el caso del Fertilizador Mezclador Cultivador Múltiple en su primera versión (FMCM-1) (INICA, 2017), el cual posibilita en una sola pasada realizar las operaciones establecidas en el manejo postcosecha, con el consiguiente cumplimiento de los principios de calidad, oportunidad y sostenibilidad (Betancourt et al., 2022). Sin embargo, es necesario determinar el potencial de aplicación para lograr el mayor impacto posible y de esta forma incorporar sostenibles en la labranza de suelo en ese proceso productivo.

Una solución a los problemas identificados en el manejo postcosecha de la caña se encuentra en la aplicación de principios sostenibles en la realización de los trabajos, que integre en las recomendaciones el conocimiento del suelo, el clima, la maquinaria disponible con las necesidades que demanda el cultivo según su etapa de desarrollo, por lo que si se aplica este principio en la etapa de planificación es posible iniciar la transformación del escenario actual hacia un incremento sostenido de la producción. Considerando lo antes expuesto el objetivo de la investigación es planificar de forma sostenible la atención postcosecha de la caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la EAA 5 de septiembre de la provincia de Cienfuegos. Los datos correspondientes a las características del suelo de las áreas a atender postcosecha (FCPC) proceden de la información digitalizada del mapa de suelos 1:25 000. Las características del bloque en cuanto a área, cepa, rendimiento agrícola, tipo de cosecha y fecha de liberación provienen de la Estrategia de Corte de la empresa para la zafra 2022-2023. Se identificaron para el manejo postcosecha 5609,9 ha, en 145 bloques de caña.

Los agrupamientos genéticos de suelos predominantes en la EAA son los Pardos Sialíticos (50%), los Vertisoles (25%), los Ferralíticos (14%) y los Húmicos Sialíticos (10%), según la clasificación genética del 2015 (Hernández et al., 2015).

En esta investigación se define como cepa Soca a las que cuentan con una cosecha y cepa Retoño a las que tienen más de una cosecha ya sean quedadas o no.

El procedimiento aplicado para la planificación sostenible del manejo postcosecha se basó en el empleo del sistema automatizado LabraS (Betancourt et al., 2019a). La aplicación de los principios sostenibles se basó en el empleo de los criterios ISMACE establecidos en los algoritmos, lo que significa, según dicho autor, integrar en un mismo procedimiento los conocimientos del suelo, la maquinaria, el cultivo y el entorno de trabajo en las recomendaciones dadas al productor para el manejo de las plantaciones cañeras.

Los parámetros considerados para las recomendaciones en la plataforma LabraS fueron los siguientes:

1. Se aplicó el método del tercer cuartil para definir las áreas con problema de pedregosidad y/o rocosidad. Se utilizó como criterio la presencia en un porcentaje menor o igual el 75% del área.
2. Se definieron 81 alternativas tecnológicas posibles a recomendar, con tres variantes como promedio por alternativa.
3. Se seleccionó el Costo (Pesos ha⁻¹) para la selección del agregado (tractor más implemento) en las labores recomendadas.
4. Se estableció para recomendar la **Possible Cobertura de paja** un rendimiento agrícola mayor o igual a 60 t ha⁻¹.
5. Se definió para recomendar el **Possible Arrope**, desplazamiento de la paja hacia la hilera, un rango de rendimiento agrícola entre 40 y 60 t ha⁻¹.

Se debe especificar que el término **“Possible”** definido anteriormente indica que está sujeto a cambio tecnológico. Lo anterior se explica porque la planificación se realiza con varios meses de antelación a la cosecha y es impredecible conocer las condiciones reales en el momento de ejecutar los trabajos, lo que indica que si la cosecha mecanizada se desarrolla en condiciones desfavorables por humedad excesiva en el suelo puede conducir a un cambio tecnológico diferente al planificado en cuanto al manejo de residuos, en caso contrario se puede mantener lo planeado.

Los agregados disponibles en la EAA y utilizados en la configuración de los pelotones en el SW LabraS para responder a las necesidades de labores se presentan en la tabla 1.

Los tipos y dosis de los fertilizantes demandados en esa etapa de desarrollo del cultivo fueron recomendados por el Servicio de Recomendaciones de Fertilizantes y Enmiendas (SERFE), del INICA.

Tabla 1. Fuente energética e implemento por labor en el cultivo postcosecha

Fuente energética	Implemento	Labor
MTZ-80	Arropador	Arrope
YTO 1604	FMCM-1	Fertilización, cultivo y acondicionamiento
		Fertilización CC y Cultivo tradicional
MTZ-80	F350	Fertilización retoños y socas CC
		Fertilización retoños y socas LC
Belarus 1523	Bayamo 81	Cultivo profundo
MTZ-80	M160	Primer cultivo
MTZ-80	M160	Segundo cultivo

MTZ-80	Grada Múltiple	Acondicionamiento
MTZ-80	Guía de agua	Acanterar
Leyenda: CC-Centro de cepa, LC-Lado de cepa		

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar la relación entre la Demanda potencial (D_p) y la Capacidad instalada (C_i) en las labores con alta demanda en la planificación se utilizó la expresión (1):

$$C_i = N_e * R_j * D_e * CDT \quad (1)$$

Donde: N_e - Cantidad de agregados activos y disponibles para el trabajo, R_j -Rendimiento por jornada de trabajo (ha jornada⁻¹), D_e - Días efectivos (un día efectivo representa una jornada de trabajo) y CDT - Coeficiente de disponibilidad técnica.

La demanda potencial representó la carga de trabajo planificada por labores con el SW LabraS. Los índices de explotación como rendimiento de trabajo (ha jornada⁻¹) y gasto de combustible (L ha⁻¹) utilizados en la investigación se tomaron de los indicadores de planificación establecidos por AZCUBA.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

La evaluación de los factores limitantes para la mecanización de la labranza de suelo, en las 5 609,9 ha de manejo postcosecha, identificó al Mal drenaje como el predominante con el 41% (2 300 ha) y en menor escala, con valores inferiores al 3%, la Pedregosidad y/o Rocosidad, la Compactación y los problemas de Pendiente. Las áreas Sin Limitaciones ocuparon el mayor porcentaje, cerca del 53%, lo cual brindó una situación favorable para realizar la planificación según principios de sostenibilidad (figura 1).

Con relación a las condiciones de la superficie del terreno, se observó un predominio de las áreas de retoños con el 76% (figura 2). El porcentaje de soca se corresponde con lo recomendado para las condiciones de la producción de caña en Cuba, el cual debe ser del 20% para obtener incrementos sostenidos de la producción, disminuir los costos, crecer en el rendimiento agrícola y lograr mayor durabilidad de la cepa (Acosta, 2014).

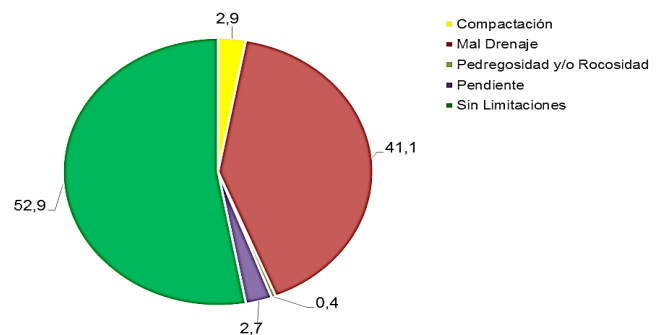


Figura 1. Distribución de los factores limitantes para la mecanización de la labranza de suelo en las áreas de manejo postcosecha (Fuente: Elaboración propia)

Otro factor a destacar es la afectación del área con leñosas en un 40%, estimado en una intensidad entre media y ligera en cuanto al área que, ocupada, pero como condición favorable con poco desarrollo vegetativo, lo cual facilita su control con los medios que disponen las unidades productoras.

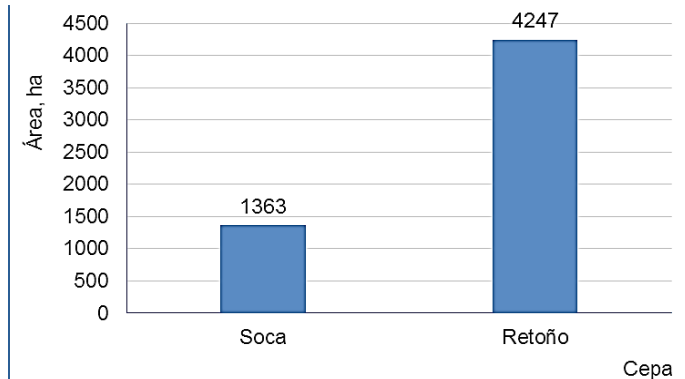


Figura 2. Distribución de las cepas en las áreas de manejo postcosecha (Fuente: Elaboración propia)

Las labores recomendadas para la planificación con el SW LabraS demuestran un manejo sostenible para la atención postcosecha de la caña de azúcar en la EAA (figura 3). En ese sentido, se recomendó en alrededor del 2% la Posible Cobertura de Paja y en el 31% el Posible Arrope, lo cual coincidió con las premisas establecidas en la investigación.

El manejo de residuos de cosecha, como los propuestos en esta investigación, la cobertura de paja y el arrope hacia la hilera, se encuentran dentro de las medidas de conservación del suelo de alto impacto positivo sobre el medio ambiente aspecto que incide favorablemente so-

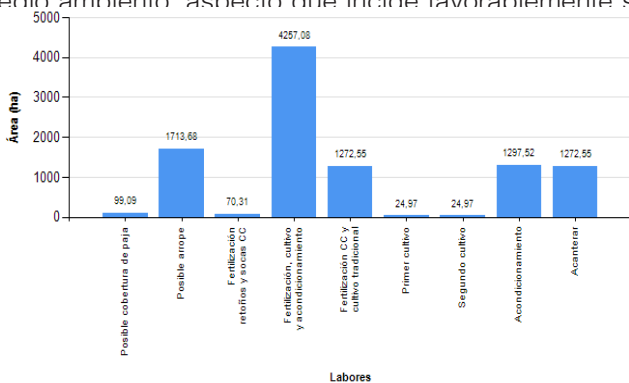


Figura 3. Labores recomendadas para el manejo postcosecha (Fuente: Elaboración propia)

El cultivo postcosecha de las condiciones afectadas por pedregosidad y/o rocosidad después de fertilizada el área se propuso con labores mecánicas en los espacios entre hieras de forma independiente (Primer y Segundo

cultivo y acondicionamiento), a partir de que son las condiciones para realizar los trabajos a nivel de unidades productoras.

El manejo postcosecha integrado en una sola labor y definida como Fertilización, cultivo y acondicionamiento se recomendó para el 76% del área (4257 ha) con la máquina FMCM-1, lo cual resulta favorable para reducir pases sobre el terreno, y con esto, efectos de compactación sobre el suelo; además, aplicar un manejo con oportunidad y sostenibilidad técnica, energética y económica por la aplicación simultánea de varias labores como mezclado, dosificación y enterrado del fertilizante, cultivo y acondicionamiento del área. Por otra parte, para los suelos de mal drenaje interno y externo, los cuales ocuparon el 55% (1272 ha) de los definidos con problemas de mal drenaje, también se planificó el equipo FMCM-1 en la labor Fertilización al centro de la cepa y cultivo tradicional. Para estas condiciones se recomendó como operación final de manejo postcosecha el Acantillar o Guía de agua, lo que coincide con el manejo recomendado en condiciones similares donde es necesario favorecer el drenaje superficial (Gutiérrez et al., 2013).

Las recomendaciones realizadas satisfacen los requerimientos agronómicos para la caña de azúcar según lo establece el instructivo y otros manuales definidos en Cuba (Crespo et al., 2013; Gutiérrez et al., 2013; Zuaznábar et al., 2014), además incluye prácticas de manejo sostenibilidad agrícola establecidos por la FAO (FAO and ITPS, 2021) como resultado de aplicar los criterios ISMACE definidos en los algoritmos del SW LabraS. Resultados similares en la planificación de la labranza de suelo con dicha plataforma en condiciones edafoclimáticas y procesos tecnológicos diferentes han sido reportados en otras investigaciones en el país (Pérez, 2018 y Betancourt et al., 2019b).

Otro elemento sobresaliente y adicional es el valor de contar con la información digitalizada, lo cual asegura el ajuste del proceso en el momento que sea requerido por el productor con la mayor brevedad posible, aspecto que demuestra la necesidad de informatizar los procesos agrícolas para potenciar su desarrollo.

Una parte importante del proceso de planificación radica en determinar por mes el área a realizar por labores (tabla 2), entre otros objetivos para realizar los análisis de explotación de la maquinaria correspondientes y asegurar su cumplimiento con calidad y oportunidad. Los cuatro primeros meses del año poseen la mayor demanda de trabajo con más de 1300 ha, de ellos febrero constituye el mes crítico con cerca de 2064 ha y en el cual el mayor peso lo tiene la labor de Fertilización, cultivo y acondicionamiento definida para 1170,5 ha.

Tabla 2. Distribución mensual del área (ha) por labores

Labores	Área mensual, ha					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Acanterar	140,0	184,7	283,9	273,3	253,3	137,3
Acondicionamiento	154,1	277,6	226,7	248,5	253,3	137,3
Fertilización CC y cultivo tradicional	140,0	266,7	226,7	248,5	253,3	137,3
Fertilización retoños y socas CC	59,4	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Fertilización, cultivo y acondicionamiento	1170,5	1302,1	590,1	673,3	342,0	90,7
Primer cultivo	14,1	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Segundo cultivo	14,1	10,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	1692,2	2063,8	1327,3	1443,7	1101,8	502,7

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el nivel de trabajo definido para las labores a realizar con el equipamiento de la unidad productora, que incluye Fertilización retoños y socas CC, Primer cultivo, Segundo cultivo, Acondicionamiento y Acanterar es inferior a la capacidad instalada por labor, superior a las 500 ha mensuales, por lo que no existe dificultad para su aplicación. Sin embargo, para las labores restantes, realizadas con la máquina FMCM-1, la situación es más compleja porque solo se cuenta con tres activas y el nivel de trabajo planificado es elevado, hasta de 1314 ha en un solo mes (febrero).

La relación existente entre la demanda potencial y la capacidad instalada (Figura 4) para la FMCM-1 demuestra un déficit marcado en los meses de enero y febrero, de 751 ha como promedio, y con menos incidencia para el período desde marzo a mayo, en este último la aplicación de medidas que permitan aumentar la productividad del agregado, tales como: seleccionar la velocidad de trabajo adecuada, aplicar métodos de movimiento y viraje apropiados, asegurar un óptimo estado técnico del equipo de manera que reduzca la resistencia específica, definir dos turnos de trabajo, entre otros (González y Tzucurov, 1986); y de motivación dirigidas directamente al personal vinculado al pelotón pueden satisfacer la

considerar en la planificación y que adecuadamente establecido favorece la sostenibilidad energética y la contratación con la empresa de suministro de forma oportuna.

Tabla 3. Distribución mensual de la demanda de combustible por labores para el manejo postcosecha

Labores	Demanda de combustible mensual, L						Total, L
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Acanterar	1540,3	2031,3	3123,1	3006,5	2786,2	1510,6	13998,0
Acondicionamiento	693,3	1249,3	1020,0	1118,4	1139,8	618,0	5838,7
Fertilización CC y cultivo tradicional	2940,6	5600,9	4759,9	5219,1	5319,1	2883,9	26723,6
Fertilización retoños y socas CC	482,8	88,8	0,0	0,0	0,0	0,0	571,6
Fertilización, cultivo y acondicionamiento	21069,7	23436,9	10621,4	12120,1	6155,1	1633,0	75036,2
Primer cultivo	147,5	114,7	0,0	0,0	0,0	0,0	262,2
Segundo cultivo	147,5	114,7	0,0	0,0	0,0	0,0	262,2
Total	27021,9	32636,5	19524,4	21464,1	19400,2	6645,5	122692,5

Fuente: Elaboración propia

La mayor demanda está asociada a las labores con la FMCM-1, con 101,8 mil Litros, por causa del área elevada y el empleo del tractor YTO 1604 de 118 kW, con un

diferencia. Sin embargo, en los dos primeros meses, se demandan acciones como el alquiler de equipos para cubrir la necesidad o la selección de áreas que brinden el mayor impacto productivo con la FMCM-1, para lo cual se recomienda el desarrollo de investigaciones dirigidas a determinar los factores que influyen en la aplicación de la máquina FMCM-1.

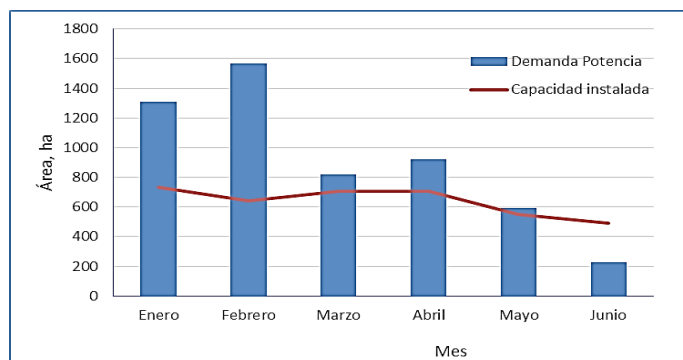


Figura 3. Relación entre demanda potencial y la capacidad instalada para la máquina FMCM-1 (Fuente: Elaboración propia)

La demanda de combustible para las labores planificadas (Tabla 3) es otro de los elementos importantes a

consumo específico de combustible a régimen nominal y horario en el motor de 235 g kW⁻¹h⁻¹ y 28 L h⁻¹, respectivamente (YTO Group Corporation, 2013). A pesar del gasto elevado de combustible presentado con este agregado, los beneficios reportados por el uso de la máquina

multipropósito FMCM-1 en cuanto a la reducción de la demanda de combustible de 13,6 L ha⁻¹ en comparación con la tecnología tradicional de manejo de retoños (Betancourt et al., 2022) puede favorecer la disminución del consumo energético hasta de 74 982 litros en esa campaña si se aplica en el área planificada.

Los elementos expuestos demuestran la importancia de realizar la planificación objetiva y participativa en la agricultura. En ese sentido, en investigaciones realizadas sobre esta temática definen como preponderante el papel de la planificación para tener una visión de futuro (Kurihara, 2012 y FINNEGANS, 2022).

CONCLUSIONES

Las condiciones en el manejo postcosecha se caracterizaron por predominar el mal drenaje del suelo como el principal factor limitante para la labranza (41%), ocupar la cepa soca un 24% y tener una afectación del 40% de leñosas con intensidad de ligera a media.

Las labores planificadas y la demanda de combustible en la atención postcosecha se correspondieron con los requerimientos agronómicos de la caña de azúcar y siguieron los principios de sostenibilidad en las condiciones de la EAA 5 de septiembre.

Se identificó una demanda potencial mayor como promedio de 751 ha respecto a la capacidad instalada para las labores asociadas con la máquina FMCM-1 en los dos primeros meses del año.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, P. P. (2014). Capítulo 9. La cosecha de la caña de azúcar. En, I. Santana, M. González, S. Guillén y R. Crespo. Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. 2da. Edición. (257-282). Ediciones ama.

Betancourt, Y., Alonso, D., González, A. B., & la Rosa, A. J. (2019a). Sistema automatizado LabraS para la toma de decisiones en la planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28 (4), 89-100.

Betancourt, Y., Guillén, S., Rodríguez, J. F., Alfonso, A., & Sánchez, R. (2018). Servicio para la asistencia técnica en la labranza de suelos dedicados a caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27 (2), 1-13.

Betancourt, Y., Pérez, D., & Álvarez, A. (2019b). Asistencia técnica de la labranza de suelos en el control de arvenses en la reposición de caña de azúcar. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9 (3), 10-15.

Betancourt, Y.; I. Fernández, J. C. González, H. del Río, D. Gil González, E. Pineda, I. Delgado, E. Becerra, R. Más. (2022). Mejoras Tecnológicas en la Atención Postcosecha de la Caña de Azúcar en Villa Clara. Propuesta a premio Provincial CITMA a la Innovación Tecnológica (No publicado), 10 pp. (Manuscrito sin publicar). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara.

Bihari, B., Kumari, R., Padbushan, R., Kumar, R., Kumar, G., Kumari, S., & Kumari, M. (2021). Management of crop residue for enhancement of crop productivity and nutrient cycling. *The Pharma Innovation Journal*, SP-10(9), 495-502.

Crespo F. R., Pérez, H. I., Rodríguez, I., & García, I. (2013). Capítulo 6. Agronomía. En, H. I. Pérez, I. Santana, I. Rodríguez. Manejo sostenible de tierra en la producción de caña de azúcar. (119-146). Ediciones ama.

Italia. FAO & ITPS. (2021). Recarbonizing global soils: A technical manual of recommended management practices. Volume 3: Cropland, Grassland, Integrated systems and farming approaches – Practices overview. Wasmania Auro-punctata Rome. <https://doi.org/10.4060/cb6595en>.

FINNEGANS. (2022). Planificación agrícola: la clave para tener una visión a futuro. <https://finneg.com/insights/2019/04/03/planificación-agrícola-la-clave-para-tener-una-visión-a-futuro/>

González, R., & Tzucurov, A. (1986). Explotación del parque de maquinaria. Ediciones ENPES.

Gutiérrez, A., Díaz, F. R., Vidal, V., Rodríguez, I., Pineda, E., Betancourt, Y., & Gómez, J.R. (2013). Manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de la caña de azúcar en los suelos arcillosos pesados con regadío superficial, *Revista Cuba & Caña, Suplemento Especial*, (1): 15 pp.

Hernández, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA.

Hussain, S., Hussain, S., Guo, R., Sarwar, M., Ren, X., Krstic, D., Aslam, Z., Zulifqar, U., Rauf, A., & Hano, C., (2021). *Carbon Sequestration to Avoid Soil Degradation: A Review on the Role of Conservation Tillage*. <https://doi.org/10.3390/plants10102001>

INICA. (2017). Manual de Explotación del Fertilizador-Mezclador-Cultivador FMCM-1, 20 pp. (Manuscrito sin publicar). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).

- Kurihara, T. (2022). *Guía Técnica sobre Mejoramiento de Administración Agrícola para Pequeños Agricultores. No.6: Planificación de la Producción.* https://www.jica.go.jp/proyect/elsalvador/0603028/pdf/produccion/farm_06.pdf
- Pérez, D. (2018). *Planificación de la labranza de suelo en caña de azúcar mediante el sistema automatizado LabraS.* (Tesis de Maestría). Universidad Central "Marta Abreu" de la Villas.
- Tamayo, R. (2022). *Analizan desempeño de la zafra 2021-2022, la producción más baja en más de cien años.* <https://www.cubadebate.cu/noticias/2022/06/26/analizan-desempeno-de-la-zafra-2021-2022-la-produccion-mas-baja-en-mas-de-cien-anos/>.
- YTO Group Corporation. (2013). YTO-1604/1804 Tractor de Ruedas. Manual de Operación y Mantenimiento, 82 pp. (Manuscrito sin publicar). Empresa Agroindustrial Azucarera 5 de Septiembre.
- Zuaznábar, R., Rodríguez, L., Días, J. C., & Álvarez, A. (2014). Capítulo 6. Manejo de malezas. En, I. Santana, M. González, S. Guillén y R. Crespo. Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar. 2da. Edición. (151-180). Ediciones ama.

09

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

CONCEPCIÓN AMBIENTAL-CULTURAL EN GRUPOS DE JÓVENES DE LA UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

ENVIRONMENTAL-CULTURAL CONCEPTION IN YOUTH GROUPS FROM THE UNIVERSITY OF CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

Edelvys Torres Campos¹

E-mail: ecampo@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-0332>

Yandi del Campo Rodríguez¹

E-mail: delcampoyandi@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6293-6179>

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos. Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Torres Campos, E., Y., Campo Rodríguez, Y. (2023). Concepción Ambiental-Cultural en grupos de jóvenes de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2),69-75. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

Esta investigación abordó las concepciones que sobre educación ambiental-cultural tienen los jóvenes de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. El procesamiento de los datos obtenidos mediante la aplicación de la encuesta fueron procesados mediante el software profesional SPSS. Los resultados permitieron determinar el conocimiento general e integral sobre medio ambiente, cultura y sociedad en la cual conviven y que, mediante la ciencia, la tecnología y la innovación es posible mantener unas relaciones positivas con el entorno. Se revela la necesidad de seguir contribuyendo al conocimiento del medio ambiente y el poder del ser humano para transformar la sociedad desde la ciencia para un futuro mejor.

Palabras clave:

Concepción, medio ambiente, cultura, sociedad

ABSTRACT

This research addressed the conceptions that young people from the University of Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” have about environmental-cultural education. The processing of the data obtained through the application of the survey was processed using the professional SPSS software. The results allowed to determine the general and comprehensive knowledge about the environment, culture and society in which they coexist and that, through science, technology and innovation it is possible to maintain positive relationships with the environment. The need to continue contributing to the knowledge of the environment and the power of the human being to transform society from science for a better future is revealed.

Keywords:

Conception, environment, culture, society.

INTRODUCCIÓN

La concepción de la educación ambiental, como proceso, implica ponderar de manera sustancial su importancia en la sociedad. Desde las instituciones de la Educación Superior en Cuba, se hace obligatoria su inclusión en el currículo de las carreras. Por lo que se hace necesario que los docentes de esta enseñanza trabajen en torno a la sensibilización de los estudiantes y de la comunidad en general para la protección de la naturaleza y los recursos naturales a través de programas nacionales como la Tarea Vida. Así mismo, se ha de tener en cuenta desde la propia clase, cómo establecer los nexos entre los contenidos de las asignaturas y disciplinas que forman parte del currículo y los contenidos de la educación ambiental para lograr sus objetivos. Para valorar, desde lo sociocultural, la concepción ambiental-cultural en un grupo de jóvenes se lleva a cabo esta investigación; sustentada en la importancia que reviste para la formación integral de los futuros egresados poseer una cultura ambiental acorde a las exigencias no sólo del modelo del profesional; sino también a las necesidades que demanda la sociedad.

La revisión bibliográfica realizada revela que la preocupación por los problemas ambientales es tarea de todos; sin embargo, en ocasiones se obvia el carácter cultural de esta problemática, reduciéndola al entorno natural. Por eso, desde lo sociocultural corresponde crear conciencia en la comunidad para la óptima utilización de los recursos naturales y la correcta relación de los actores y factores de diversa índole que influyen y confluyen en este proceso. Para valorar la situación actual sobre la concepción ambiental-cultural de los jóvenes de la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" se toma como muestra a 20 jóvenes universitarios a los que se les aplica una encuesta. El análisis de los datos obtenidos, se realizó mediante el software profesional SPSS, que facilitó el cálculo de frecuencia y porcentajes, lo que posibilitó la valoración cualitativa de la información. La presente investigación permite, por tanto, identificar la concepción ambiental-cultural de los jóvenes participantes en el estudio, lo que dará paso a la búsqueda de vías o alternativas que propicien una adecuada educación ambiental como elemento de suma importancia para una exitosa relación con el entorno y la supervivencia humana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Perspectiva Teórica

Las concepciones son un grado de conocimiento significativo para los sujetos y lo que llamamos conocimiento es un grado de creencia válido. Pero las concepciones que se tienen sobre la naturaleza han sido abordadas y transmitidas de generación en generación; a través de cada cultura y del tiempo se han consolidado hasta convertirse en paradigma que debe ser llevado a la práctica. El ambiente según Molina (2019), está constituido por la relación estrecha entre elementos naturales y sociales en los que interactúan la flora, fauna y los seres humanos con los diversos seres biológicos y físicos; además, existe la

necesidad de interacción entre todos los elementos presentes. El uso de la palabra ambiente, en muchos discursos, se encuentra asociada a los sistemas naturales y a la protección y conservación de los ecosistemas, definición con la que se descarta la posibilidad de que medie un análisis o una reflexión sobre la incidencia de los aspectos socioculturales, políticos y económicos en la dinámica de dichos sistemas. En respuesta al deterioro del medio ambiente, surge en 1970 la educación ambiental (EA).

Esta debe ser una verdadera escuela de pensamiento en la que se promuevan acciones que contribuyan a comprender las causas de las diferentes problemáticas, tanto naturales como sociales, presentes en el contexto. Lo anterior requiere que se generen líneas de trabajo para el estudio de diversas situaciones, además de un análisis de la historia de los procesos sociopolíticos y económicos que han generado el deterioro del ambiente y de los recursos naturales que contribuya al redireccionamiento en los modos de pensar y de actuar en relación con el ambiente; pues, acorde a lo investigado por Rodríguez (2010), estas conductas son las causantes de la actual crisis ambiental. Para comprender las diversas relaciones sistémicas que se generan en el ambiente se hace necesario el estudio de la realidad ambiental desde diferentes disciplinas y saberes, y la aplicación de métodos de análisis interdisciplinarios y transdisciplinarios. Con lo anterior, Romero (2009) citado por Quintero & Solarte (2019), señala en una investigación sobre fundamentos epistemológicos al respecto de la educación ambiental, que la educación ambiental está comprometida con la formación de valores y la promoción de nuevos horizontes éticos y sociales, además de la formación del pensamiento crítico, la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades y competencias que contribuyan a abordar los problemas ambientales presentes en el entorno.

Las relaciones entre sociedad y naturaleza están dadas por un aprendizaje continuo. En este se tienen en cuenta los procesos socioculturales, que, según González et al., (2017), son aquellos que deciden apostarle a investigar y formar parte de procesos que expresan y facilitan otras maneras de vivir en comunidad y de relacionarse con la naturaleza. Otro elemento que no se debe obviar es la participación social, concebida como un proceso donde las personas se involucran con creciente responsabilidad y compromiso en las fases de análisis de su realidad, la toma de decisiones, planificación, ejecución, evaluación y reformulación de esas decisiones si fuese necesario, al promover su auto transformación y la transformación cualitativa de esa realidad, lo que implica un crecimiento personal y social (Márquez, 2008). Es por ello que en nuestra región se han de seguir desarrollando estudios socioculturales teniendo en cuenta que estos implican la suma de procesos socio-históricos de construcción de sentido donde se articulan la comunicación, la cultura y la sociedad sobre plataformas materiales e históricas determinadas. (Saintout, 2011)

Por otro lado, la investigación que aquí se presenta encuentra sustento en los estudios de autores como Moreno

(2005), quien plantea que la EA debe aportar elementos para que los individuos logren modificar sus comportamientos ante la eminente degradación del medio, y menciona la formación de los maestros como un factor de suma importancia en tanto que desde la enseñanza los maestros tienen la posibilidad de impulsar procesos de sensibilización frente al medio, capaces de provocar cambios de hábitos y conductas; Cardona (2012), quien sostiene que detrás de toda práctica de EA puede hallarse la figura de un educador ambiental y con esta, toda una fundamentación basada en la movilización de unos conocimientos previos, prácticas y concepciones que condicionan la construcción del conocimiento didáctico del contenido; y Molano (2013), quien, luego de un estudio realizado para analizar la relación entre la pedagogía y la didáctica ambiental, y luego de caracterizar las concepciones y prácticas docentes sobre educación ambiental que se promueven en los programas de educación de las universidades para establecer sus implicaciones en la construcción de currículos para dichos programas, concluye que las concepciones reduccionistas sobre la finalidad de la EA han sido direccionadas hacia el desarrollo de contenidos sobre ecología, promoción de la conservación del ambiente, sensibilización y resolución de problemas.

De las investigaciones de los autores mencionados se derivan también resultados que validan la relevancia de analizar la relación existente entre los conocimientos de los maestros y sus prácticas en EA, y conclusiones que enfatizan en la necesidad de superar las orientaciones reduccionistas, representadas por el enfoque catastrófico del ambiente; las actividades orientadas a tratar el ambiente desde el orden natural, que dejan de lado los aspectos socioculturales; además del abordaje de problemas direccionados a la preservación y conservación de la fauna y la flora, el cuidado de los recursos naturales, el reciclaje, el compost; en tanto que, como concluye Torres (1998) en su investigación sobre educación ambiental y formación, dichos mecanismos no logran operar modificaciones en relación con la conducta que se tiene sobre el medio ambiente, pero si han de aportar en la concepción ambiental de las nuevas generaciones. Se posiciona el saber ambiental en dos posturas complementarias: una de orden natural, comprendida por factores biológicos, químicos y físicos; y otra de orden social, que comprende aspectos económicos, políticos, educativos, tecnológicos y culturales. Para efectos de la generación de cambios en los contextos ambiental y social, ambas realidades, la natural y la social, deben integrarse alrededor de la educación para consolidar de este modo la construcción de la complejidad de estos saberes, lo que implica entonces un análisis del papel que debería cumplir la educación ambiental y las diferentes posturas que existen para implementarla.

Según Calafell & Bonil (2014), se debe hacer referencia al medio ambiente desde una perspectiva sociocultural, lo que sugiere dejar de hacer referencia a un único medio ambiente para abrir la perspectiva a concepciones

que se fundamentan en aquello que es subjetivo. Se trata de un cambio que entiende el medio ambiente como una construcción social derivada de la cosmovisión de los individuos y las comunidades (Sauvé, 2004). En Cuba el cuidado del medio ambiente está reconocido por el Estado y todas las instituciones que lo conforman. Está reconocido en la Constitución de la República y existe un Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) para su protección, cuidado y desarrollo de investigaciones. Es importante destacar también la Tarea Vida que se ha ido implementando a lo largo del territorio nacional a través de proyectos científicos como la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendente a resolver, donde pueden existir diferentes ideas, inversiones, tecnología y metodologías con diversos enfoques; pero todas ellas destinadas a resolver las necesidades del ser humano en todas sus facetas, como pueden ser: educación, alimentación, salud, ambiente y cultura entre otras (Baca, 2006). Por otra parte, el Ministerio de Educación Superior reconoce como uno de sus objetivos lo relacionado con el medio ambiente como una forma de darle salida a esta temática desde la perspectiva curricular y extracurricular. En la Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", en particular, hay experiencia demostrada de que en diversas áreas se estudia y se defienden estas ideas, impulsadas principalmente a crear una conciencia ambiental y así forme parte de la formación integral de los profesores, trabajadores y estudiantes. Se apuesta por la innovación social como la forma determinada de innovación en el marco de las actividades de innovación y desarrollo (Allamand et al., 2016), campo que se alimenta entonces de experiencias y aprendizajes personales, colectivos y organizacionales, influidos por fenómenos de cambio. Se refiere a un tipo de innovación no sólo social en sus fines (tienen un qué), sino también en sus medios (tienen un cómo); es decir, tiene como punto de referencia nuevas necesidades sociales (retos de la sociedad).

Perspectiva metodológica

En esta investigación se utilizó un muestreo aleatorio simple e intencional que según Otzen & Manterola (2017), es el cual garantiza que todos los individuos que componen la población tengan la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra.

La muestra de la investigación la conformaron 20 jóvenes, de ellos 19 estudiantes y un profesor joven adiestrado, cuya edad de este grupo oscila entre los 18 y 23 años, 6 son del sexo masculino y 14 del sexo femenino, también cabe destacar que a la hora de aplicada la encuesta todos se encontraban en el municipio de Cienfuegos, ellos en su mayoría han vivido la mayor parte de su vida en la ciudad, aunque 7 de ellos lo han hecho en el campo.

El presente trabajo se considera como una investigación de tipo descriptiva que, según Hernández, Fernández & Baptista (2014), son aquellas que se encargan de especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos

o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Con ellas se pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Se concibe como un estudio sociocultural, si se tiene en cuenta que para Wertsch (1997), estos están encaminados a explicar las relaciones entre el funcionamiento mental humano y las situaciones culturales, institucionales e históricas en las que se da este funcionamiento, las grandes crisis sociales y sus dimensiones, así como transformaciones en el ámbito social, cultural, psicológico, político y económico. En el caso específico de esta investigación se pretende valorar la concepción ambiental-cultural en un grupo de jóvenes de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”.

Histórico-lógico: se empleó para realizar un acercamiento a los referentes teóricos y antecedentes de la educación ambiental tanto a nivel internacional como en nuestro país.

Analítico-sintético: posibilitó el análisis de la información relacionada con las concepciones ambientales y culturales, así como todo lo relacionado con la educación ambiental.

Inductivo-deductivo: se evidencia en la inducción de aspectos que permiten ir de lo general a lo particular y la deducción de los elementos encontrados durante el proceso de la investigación necesarios para interpretar el tema a abordar y su problema científico.

Dentro de los empíricos se utilizó la encuesta para el análisis de la situación actual de la concepción ambiental-cultural en los jóvenes que integraron la muestra.

La encuesta aplicada (anexo 1), incluye en una primera parte 8 ítems los cuales, según Fabila, Minami & Izquierdo

(2012), corresponden a preguntas generales (abiertas) ya que incluyen datos como (sexo, edad, nivel de escolaridad, lugar de nacimiento, etc.). En un primer momento la encuesta es de tipo cualitativa (Jansen, 2012), pues incluye el estudio de la diversidad (no la distribución) en una población sin restricciones en cuanto al número de ciclos empíricos o la forma de generar códigos. Para los datos cualitativos existen diversos tipos de análisis que se clasifican según su complejidad y profundidad, en esta investigación y para el análisis de estos datos cualitativos, se asume su valoración teniendo en cuenta la interpretación teórica.

En una segunda parte de la encuesta aparecen 35 ítems. Para su medición se utilizó una escala adictiva ordinal tipo Likert que según Namakforoosh (2000) citado por Fabila, Minami & Izquierdo (2012), es una modalidad del método de interrogatorio. Este método posibilita la obtención de información a través de encuestas, entrevistas personales o grupales, es decir obtener información variada sobre los sujetos desde datos muy objetivos hasta información más compleja, con variables politómicas, donde se debe elegir una de las cinco opciones propuestas. En el caso de la encuesta aplicada en esta investigación la escala expresa el grado de acuerdo o desacuerdo con cada afirmación, teniendo en cuenta el significado que tiene cada número de la escala: 5 significa totalmente de acuerdo, 4 medianamente de acuerdo, 3 ni en acuerdo ni en desacuerdo, 2 medianamente en desacuerdo y 1 totalmente en desacuerdo.

El análisis de los resultados cuantitativos recogidos en la encuesta, se realizó mediante el software profesional SPSS, que facilitó el cálculo de frecuencia y porcentajes. Esta información permitió la valoración de los datos de forma cualitativa y por tanto la descripción del fenómeno estudiado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Resultados de la encuesta aplicada

Preguntas	1-%	2-%	3-%	4-%	5-%
1 Nos aproximamos al límite de habitantes que la tierra puede soportar o sostener	1-5.0	3-15.0	4-20.0	10-50.0	2-10.0
2 Los seres humanos tenemos el derecho de modificar el medioambiente natural para satisfacer nuestras necesidades	6-30.0	2-10.0	6-30.0	1-5.0	5-25.0
3 Cuando los seres humanos interferimos o intervenimos en la naturaleza a veces se producen consecuencias desastrosas	1-5.0	1-5.0		1-5.0	17-85.0
4 Los humanos ingenuamente aseveramos que no podríamos hacer inhabitable la tierra	4-20.0	2-10.0	14-70.0		
5 Los seres humanos abusamos seriamente del medioambiente	3-15.0			4-20.0	13-65.0
6 La tierra está llena de recursos naturales, si nosotros aprendiéramos a desarrollarlos			1-5.0	7-35.0	12-60.0
7 Tanto los animales como las plantas tienen los mismos derechos que los humanos a existir				2-10.0	18-90.0
8 El equilibrio de la naturaleza está fuertemente comprometidos con los impactos de las modernas naciones industriales			3-15.0	3-15.0	14-70.0
9 Pese a nuestras habilidades especiales, los seres humanos aun somos presa de las leyes de la naturaleza	1-5.0	4-20.0	6-30.0	5-25.0	4-20.0

10 La tan llamada "crisis ecológicas" enfrentada por la humanidad, ha sido fuertemente exagerada.	7-30.0	5-25.0	3-15.0	3-15.0	2-10.0
11 La tierra es como una nave espacial con espacios y recursos muy limitados	5-25.0	2-10.0	6-30.0	2-10.0	5-25.0
12 Los humanos fuimos signados para gobernar el resto de la naturaleza	8	3-15.0	4-20.0	3-15.0	2-10.0
13 El equilibrio de la naturaleza es muy delicado y fácil de romper	2-10.0	3-15.0			15
14 Los seres humanos aprenderemos finalmente, lo suficiente, sobre las leyes de la naturaleza, para ser capaces de controlarla.	5-25.0	5-25.0	2-10.0	7-35.0	1-5.0
15 Si las cosas continúan como van en el presente, nosotros muy pronto experimentaremos mayores catástrofes ecológicas	1-5.0	1-5.0		2-10.0	16
16 Al ser Cuba un archipiélago se recibirá en las próximas décadas los impactos del ascenso del nivel del mar.		2-10.0	2-10.0	3	13
17 Toda la sociedad, sus comunidades e instituciones deben trabajar para que sus miembros laboren en la reforestación de las áreas costeras, las cuencas hidrográficas y el fomento de áreas verdes y boscosas.				4-20.0	16
18 En Cuba más allá, de huracanes y ciclones no se hacen tan notorios los efectos del cambio climático.	6-30.0	2-10.0	1-5.0	4-20.0	7-35.0
19 En donde resido no se aprecian impactos del cambio climático del que tanto se habla	9	2-10.0	3-15.0	4-20.0	2-10.0
20 Pienso que muchas veces se exagera lo relacionado con el cambio climático	10-50.0	5-25.0	2-10.0	2-10.0	1-5.0
21 Aunque el clima, como la naturaleza se rigen por leyes naturales que operan al margen de los seres humanos, estudiarlas resulta una necesidad para mitigar sus impactos	1-5.0	1-5.0	1-5.0	6-30.0	11-55.0
22 Los problemas ecológicos en Cuba se asocian muchas veces al desconocimiento y a la irresponsabilidad de los hombres.		1-5.0	3-15.0	6-30.0	10-50.0
23 Las evidentes consecuencias del cambio climático imponen en nuestro contexto de residencia emprender cambios en formas y estilos de vida	1-5.0	1-5.0	2-10.0	5-25.0	11-55.0
24 La producción agropecuaria, base de la economía nacional, recibe de modo directo e inmediato los impactos del cambio climático		1-5.0	2-10.0	7-35.0	10-50.0
25 La educación ambiental en el presente no excluye a ningún grupo generacional.	1-5.0		4-20.0	3-15.0	12-60.0
26 En las escuelas a todos los niveles y escalas de la sociedad se debe fortalecer la teoría y la práctica de la educación ambiental			1-5.0	2-10.0	17-85.0
27 La relación entre los procesos climáticos cambiantes y la biodiversidad, por ejemplo, la fauna, la flora, el suelo, resulta ascendente		1-5.0	8-40.0	4-20.0	7-35.0
28 No se tiene conciencia en nuestro contexto, de que cada escenario de residencia o labor compartido, constituye parte un ecosistema sustentado en leyes naturales, muy fáciles de romper o alterar.			3-15.0	9-45.0	8-40.0
29 Resulta indispensable emprender cambios en las formas de producción, comportamiento y de vida para ajustar la vida a los cambios ecológicos del presente y a los que se auguran en el futuro inmediato			5-25.0	6-30.0	9-45.0
30 Los duros golpes de la COVID 19 se pueden considerar impactos del cambio climático y de la crisis ecológica universal.	1-5.0	3-15.0	4-20.0	5-25.0	7-35.0
31 Donde resido no aprecia actividades culturales que muestren contenidos a favor del medio ambiente	4-20.0	2-10.0	7-35.0	2-10.0	5-25.0
32 La cultura puede aportar mucho en función de la gestión del desarrollo social, económico y ambiental	2-10.0			2-10.0	16-80.0
33 Con alguna frecuencia percibo actividades de mucho interés para mí por donde resido	7	2-10.0	3-15.0	5-25.0	3-15.0
34 Mi familia y yo hemos sido consultados acerca de nuestros gustos y preferencias culturales - recreativas	8-40.0	1-5.0	6-30.0	1-5.0	4-20.0
35 La TV y radio locales (Cienfuegueras) ofrecen contenidos ambientales frecuentes en sus programaciones	1-5.0		7-35.0	7-35.0	5-25.0

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los resultados cuantitativos obtenidos en la encuesta (Tabla 1), se basó en la consideración de las frecuencias y porcentajes de los valores asignados a cada ítem. La frecuencia y porcentajes de los valores 5 y 4 (totalmente de acuerdo y medianamente de acuerdo) se interpretaron como poca necesidad de educación ambiental-cultural. La frecuencia y porcentajes de los valores 1 y 2 (totalmente en desacuerdo y medianamente en desacuerdo) se interpretaron como la existencia de necesidad de una educación ambiental-cultural.

En las preguntas 1,3,5,6,7,8,9,13,15,16,17,18,21,22, 23, 24,25,26,27,28,29,30,31,32,33 y 35, todas relacionadas con el ser humano y sus acciones sobre el medio ambiente, sobre la situación ambiental, el cambio climático, los programas de radio y tv nacionales, también relacionadas con los procesos industriales, formas de producción, los efectos de la covid-19 y la cultura, los encuestados demuestran el nivel de educación ambiental-cultural que poseen, de conocimientos universales sobre estos temas que son de interés para todos.

En las preguntas 2,4,10,12,14,19,20 y 34, relacionadas con la acción que puede ejercer el ser humano sobre todo lo que le rodea, sobre su papel de transformar la realidad donde vive; se demuestra la necesidad de ser educados en el contexto ambiental-cultural y social.

Las respuestas dadas en la pregunta 11 (la tierra es como una nave espacial con espacios y recursos limitados) demuestran una contradicción, el 35% dice estar de acuerdo y medianamente de acuerdo con lo planteado, otro 35% está en desacuerdo y medianamente en desacuerdo, por lo que un 30% no tiene una posición valorativa pues no se muestra ni en acuerdo ni en desacuerdo.

Los resultados obtenidos reafirman lo planteado por Calafell & Bonil (2014) y Quintero & Solarte (2019), quienes aseguran que la implementación de la educación ambiental en las instituciones educativas refleja diversidad de enfoques y posicionamientos. Si bien todas las experiencias de educación ambiental muestran la necesidad de repensar las relaciones entre los individuos y el medio ambiente, el modo como se aborda refleja multitud de posicionamientos de carácter conceptual, ideológico, metodológico, con influencia de los medios de comunicación y de las experiencias vividas. Estas ideas previas deben orientar la práctica del docente para tener claro los objetivos que se quieren alcanzar, entre ellos los valores que se deben formar y las competencias para resolver problemas del entorno.

Se coincide con lo expuesto por Pell (2015), al decir que los actuales cambios globales requieren de una educación ambiental capaz de dar nuevos sentidos al conocimiento, a los estilos de desarrollo y a la existencia humana. La crisis ambiental trae consigo crisis del conocimiento de una educación ambiental que debe ser construida a partir de una interpretación científicamente pertinente de la realidad ambiental prevaleciente y proyectada hacia el futuro, adquiere un sentido estratégico en el proceso de transición hacia la sociedad sostenible.

CONCLUSIONES

El análisis de los fundamentos teóricos y los resultados obtenidos en la encuesta aplicada permitió el cumplimiento del objetivo trazado. Se determinó la relación entre la educación ambiental y la concepción ambiental-cultural que posee un grupo de jóvenes universitarios. La mayoría de los jóvenes coinciden en que, desde la cultura y con la implicación de la sociedad, teniendo como herramienta fundamental el uso de la ciencia, la tecnología y la innovación es posible mantener relaciones positivas con el entorno. Coinciden, además, en que la educación ambiental debe ser un aprendizaje para toda la vida, considerada como valor universal para el mantenimiento de la raza humana en equilibrio con el medio que nos permite la vida.

Desarrollar intervenciones socioculturales que contemplen la relación entre el hombre y el medio ambiente teniendo en cuenta los procesos subjetivos y objetivos que lo componen sugiere apostar por la educación de una concepción ambiental-cultural acorde a estos tiempos. Esta concepción ha de presentar el medio ambiente como una proyección del futuro en la que es relevante el compromiso con las futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allamand A., Aparicio S., Arias J., Bernal M. E., Caicedo A., Currea N., Domanski D., Gordon A., Guaipatin C., Frías N., Henry Moreno G., Hernández I., Howaldt J., Huenchuleo C., Kaletka C., Lozano M., Monge N., Peirano F., Perry S., & Pablo Villalobos. (2016). *Innovación social en Latinoamérica*. UNIMINUTO.
- Baca Urbina, G. (2006). *Evaluación de proyectos*. 5a ed. McGraw-Hill Interamericana.
- Calafell Subirá, G., & Bonil Gargallo, J. (2014). Identificación y caracterización de las concepciones de medio ambiente de un grupo de profesionales de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, (32.3), 205-225. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1048>
- Cardona Gestrepo, J. D. (2012). *Concepciones sobre educación ambiental y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales en formación*. (Tesis doctoral). Universidad de Huelva.
- Fabila Echaury, A. M., Minami H., & Izquierdo Sandoval, M. J. (2012). La escala de Likert en la evaluación docente: acercamiento a sus características y principios metodológicos. *Perspectivas docentes*, (50), 31-40.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). *Diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo*. En *Metodología de la Investigación* (6ª ed., p. 12). McGraw-Hill.
- González, N., Valencia, J. C., Bernal, P., García, C. P., & Nuñez V. (2017). *Prácticas de comunicación y procesos socioculturales*. En José Miguel, P. *Comunicación, lenguajes, TIC e interculturalidad*, 225-236. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

- Jansen, H. (2012). La lógica de la investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*, 4, 39-72.
- Márquez Delgado, D. L. (2008). *Concepción pedagógica del proceso de formación profesional de los estudiantes de la carrera de Estudios Socioculturales a través del modo de actuación: Estrategia para su implementaron en la Universidad de Pinar del Río*. (Tesis Doctoral). Universidad de Pinar del Río.
- Molano Niño, A. C. (2013). *Concepciones y prácticas sobre educación ambiental de los docentes en las universidades de Bogotá: Implicaciones para los currículos de las facultades de educación*. (Tesis Doctoral). Universidad de Valladolid.
- Molina Orozco, J. T. (2019). Concepción de la educación ambiental ante la crisis ecológica. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 4(7), 97-111.
- Moreno Latorre, E. (2005). *La formación inicial en educación ambiental de los profesores de secundaria en período formativo*. (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia.
- Otzen, T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232.
- Pell del Río, S. M. (2015). *Concepción educativa medioambiental para el manejo responsable de los productos químicos peligrosos en la comunidad*. (Tesis de doctorado). Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría," Centro de referencia para la educación de avanzada CREA-CUJAE.
- Quintero, M., & Solarte, M. C. (2019). Las concepciones de ambiente inciden en el modelo de enseñanza de la educación ambiental. *Entramado*, 15(2), 130 -147 <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.5602>
- Rodríguez, G. (2010). Epistemología de la Educación Ambiental. *Revista Ingeniería Primero*, 17, 23-30. http://www.fsalazar.bizland.com/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin17/URL_17_AMB01_EDUCACION.pdf
- Saintout, F. (2011). Los estudios socioculturales y la comunicación: un mapa desplazado. *Revista Latinoamericana de Ciencias de la Comunicación*, (8-9), 144-153.
- Sauvé, L. (2004). *Una cartografía de corrientes en educación ambiental*. En M. Sato e I. Carvalho (orgs.). *A pesquisa em educação ambiental: cartografias de uma identidade narrativa em formação*. Arned.
- Torres Carrasco, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, (16), 23-48. <https://rioeoi.org/RIE/article/view/1110>.
- Wertsch, J. V., del Rió, P., & Álvarez, A. (1997). *Estudios socioculturales: historia, acción y mediación*. En, Amelia, A., Jean Paul, B, Michael, C., María Cecilia, D., David, O., Angel, P., Pablo, D., Bárbara, R., Ana Luiza, S., Tadanobu, T., James, W., & Vladimir, Z., *La mente sociocultural. Aproximaciones teóricas y aplicadas*, 9-32.

BACTERIAS FERRUGINOSAS EN LA REGIÓN NOROCCIDENTAL DE CUBA: UNA MIRADA PARA LOS SISTEMAS DE RIEGO AGRÍCOLAS

FERRUGINOUS BACTERIA IN THE NORTHWESTERN REGION OF CUBA: A LOOK FOR AGRICULTURAL IRRIGATION SYSTEMS

Juana Areli Díaz-Jauregui¹E-mail: adiasja@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0277-2340>Angel R. Moreira-González²E-mail: angel@gestion.ceac.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9638-2602>Aimee Valle-Pombrol²E-mail: aimee@gestion.ceac.cuORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7843-7542>¹ Hospital Pediátrico Paquito González Cueto, Cienfuegos, Cuba.² Centro de Estudios Ambientales de Cienfuegos (CEAC), Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Díaz-Jauregui, J., A., Moreira-González, A. R., Valle-Pombrol, A. (2023). Bacterias Ferruginosas en la región Noroccidental de Cuba: Una mirada para los sistemas de riego Agrícolas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 76-79. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

Las biopelículas que forman las bacterias en los cuerpos de agua están fuertemente relacionadas con la corrosión, causando daños e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición bacteriana de pozos de agua subterránea destinados a la agricultura urbana en la Península de Hicacos, región noroccidental de Cuba. Se tomaron tres muestras de agua (500 mL) en dos pozos de aguas subterráneas. Las mismas se sembraron en placas con diferentes medios sólidos: Agar-Sangre, Agar-Chocolate, Agar-MacConkey, Agar-S.S. y Agar-CLED. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas, y las colonias que crecieron en las placas se les aplicaron la tinción de Gram. Posteriormente, se les realizaron diferentes ensayos bioquímicos; y se tomaron fotos de los microorganismos aislados a través de un microscopio óptico Confocal. Todas las colonias bacterianas cultivadas presentaron color rosado, típicos bacilos Gram negativos. Las características morfológicas y bioquímicas de los microorganismos aislados son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro. Se recomienda la aplicación de técnicas de biología molecular en el futuro para determinar su identidad taxonómica.

Palabras clave:

Aguas subterráneas, bacterias ferruginosas, cultivos bacterianos, pruebas bioquímicas

ABSTRACT

Bacterial biofilms water bodies are strongly related to corrosion, causing damage and incrustation in pipes and filters in pumping wells. The objective of this work was to determine the bacterial composition of groundwater wells destined for urban agriculture in the Hicacos Peninsula, northwestern region of Cuba. Three water samples (500 mL) were taken from two groundwater wells. They were mounted on plates with different solid media: Blood-Agar, Chocolate-Agar, MacConkey-Agar, S.S.-Agar. and Agar-CLED. The plates were incubated at 37 °C for 24 hours, and the colonies that grew on the plates were Gram stained. Subsequently, different biochemical tests were performed on them; and microphotographs of the isolated microorganisms were taken through a Confocal optical microscope. All the cultured bacterial colonies presented pink color, typical Gram-negative bacilli. The morphological and biochemical characteristics of the isolated microorganisms are known for iron-oxidizing bacteria. The application of molecular biology techniques is recommended in the future to determine its taxonomic identity.

Keywords:

Groundwater, ferruginous bacteria, bacterial cultures, biochemical tests.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos juegan un papel importante para el Medio Ambiente y la Sociedad debido a que muchos de ellos se utilizan como indicadores de la contaminación y otros participan en la solución de diversos problemas ambientales, como los procesos de biorremediación, por ejemplo, en la biorrecuperación de suelos contaminados con hidrocarburos, metales, insecticidas o algún otro agente tóxico (Patel, et al., 2016; Abasolo Pacheco, et al., 2020; Hidalgo, et al., 2020).

Sin embargo, algunos microorganismos son conocidos por causar enfermedades, diversos problemas ambientales e industriales. Por ejemplo, las enfermedades transmitidas por el agua son causantes de epidemias de distribución mundial. Estas enfermedades pueden ser transmitidas por virus, bacterias, hongos o parásitos (Smith, et al., 2006; Ríos-Tobón, et al., 2017).

Las bacterias que oxidan hierro (bacterias ferruginosas) se multiplican tanto en el interior de los pozos de bombeo como en la red de distribución de abastecimiento de agua potable, por lo que son consideradas importantes agentes de deterioro de la calidad del agua. Por tanto, las bacterias ferruginosas son reconocidas como agentes indirectos de corrosión e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. Esto se debe a su capacidad de formación de biofilms, es decir, comunidades compuestas de células bacterianas (Douterelo, et al., 2014; Hamilton, 2003). Algunas de estas bacterias con fuerte capacidad de formación de biofilms se agregan a otros microorganismos y crean nichos microaeróbicos que están colonizados por bacterias.

En la zona costera de la región noroccidental de Cuba se han observado incrustaciones de color pardo-rojizo en las tuberías de los sistemas de regadíos de jardinerías y hortalizas (organopónicos), así como en pozos de aguas subterráneas que abastecen estos sembrados. El objetivo del presente trabajo fue determinar la composición bacteriana de pozos de agua subterránea destinados a la agricultura urbana en la Península de Hicacos, región noroccidental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Monitoreo y procesamiento de la muestra

Se tomaron tres muestras de agua (500 mL) en dos pozos de aguas subterráneas en la Península de Hicacos (23°09'35.2"N 81°14'21.4"W), Matanzas, Cuba. Las muestras se preservaron en frascos plásticos herméticos en lugar fresco hasta su posterior procesamiento en el Laboratorio.

Una vez en el Laboratorio, de cada muestra se tomaron 2 mL, se colocaron en tubos de cristal estériles y posteriormente se colocaron en una centrifuga para agitación a 1500 rpm por 5 minutos. El sobrenadante de cada tubo se colocó en otro tubo de cristal estéril; finalmente cada

muestra se dividió en sobrenadante y sedimento (pellet) para su posterior siembra en los medios de cultivo.

Aislamiento de cultivo bacteriano

Ambas muestras (sobrenadante y sedimento) se sembraron en placas con diferentes medios sólidos: Agar-Sangre, Agar-Chocolate, Agar-MacConkey, Agar-S.S. (*Salmonella-Shigella*) y Agar-CLED. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 horas. Posteriormente, aquellas colonias que crecieron en las placas se les aplicaron la tinción de Gram y fueron observadas al microscopio óptico Confocal (con un aumento de 100X de magnificación). Además, se les realizaron diferentes ensayos bioquímicos como: Fermentación de azúcares (Agar-Kligler), Motilidad, Descarboxilación de la Lisina, Prueba del Citrato, Prueba de la Ureasa, Utilización del Malonato y la Prueba de Oxidación-Fermentación (O-F). Los tubos para las pruebas bioquímicas se incubaron a 37 °C durante 24 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características morfológicas de las colonias bacterianas

Se observaron colonias bacterianas en todas las muestras sembradas, tanto de la fracción del sobrenadante como en la fracción sedimentada, y además coincidieron tener las mismas características como colonias medianas, no hemolíticas, con bordes irregulares, pigmentada de rosado principalmente observado en el medio Agar S.S., que contiene hierro (Fig. 1). En todas las colonias se observaron células en forma de bacilos alargados, solitarios o a veces en pareja, de 0.5 a 1.07 μm de largo (Fig. 2). Se observó una fase juvenil móvil y una adulta sésil debido al contenido ferroso que alberga en su cuerpo. Las dimensiones y características celulares de las bacterias coinciden con el género *Gallionella* (Fleming, et al., 2014; Yang, et al., 2014), pero preferimos denominar como bacterias ferruginosas hasta análisis moleculares confirmatorios. Es de notar que la abundancia relativa de las colonias bacterianas fue alta en cada uno de los pozos estudiados.

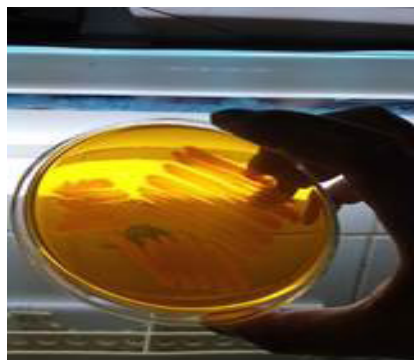


Figura 1. Colonias de bacterias ferruginosas en placa con medio Agar-S. S. de una muestra de pozo

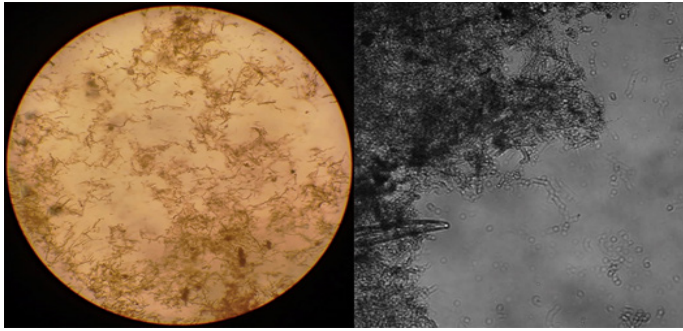


Figura 2. Microfotografías mostrando abundantes bacilos ferruginosos en las muestras de pozos

Características bioquímicas de las colonias bacterianas

En todas las colonias sometidas a la tinción de Gram, los bacilos presentaron color rosado, esto evidencia que son bacilos Gram negativos. Los resultados de los ensayos bioquímicos mostraron que las bacterias en las colonias aisladas se corresponden a un bacilo no fermentador de azúcares (Agar-Kliger negativo), inmóvil; capaz de descarboxilar la lisina, utilizar el citrato como fuente de carbono, desdoblar la urea (formando una molécula de dióxido de carbono y dos moléculas de amoníaco por acción de la enzima ureasa); así como oxidar la glucosa en la Prueba Oxidación-Fermentación (O-F), pero no fueron capaces de fermentar la glucosa durante esta prueba. Además, los bacilos fueron capaces de utilizar el malonato de sodio como fuente de carbono (Fig. 3). No se detectó contaminación por coliformes totales y fecales.

Algunas de las características bioquímicas antes mencionadas son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro (Chen, et al., 2013; Fleming, et al., 2014; Yang, et al., 2014). Sin embargo, debido a las dificultades en la taxonomía de estos microorganismos, recomendamos esperar por la aplicación de técnicas de biología molecular en el futuro para discernir la identidad de los mismos.

Las bacterias del hierro producen un lodo pegajoso que típicamente es de color rojizo, pero que también puede ser de color amarillo, marrón o gris. Estos microorganismos se multiplican tanto en el interior de los pozos de bombeo como en la red de distribución de agua para regadíos, por lo que son reconocidos como agentes indirectos de corrosión e incrustación en tuberías y filtros de pozos de bombeo. Esto se debe a su capacidad de formación de biofilms generalmente de color rojizo (Fig. 4), es decir, comunidades compuestas de células bacterianas que se adhieren a entidades inertes o activas (Douterelo, et al., 2014).

Además, el empleo de agua con precipitados de hierro para riego eleva el riesgo de aparición de obturaciones en los emisores de goteo. Las partículas ferrosas generadas de mayor tamaño pueden alcanzar potencial de obturación directo y las de menor tamaño, por la acción aglutinante de las bacterias de hierro, pueden generar agregados con capacidad de generar obturaciones en los puntos de emisión (Hamilton, 2003; Douterelo, et al., 2014). Por tanto, se recomienda mantener un monitoreo

y vigilancia de la presencia de bacterias ferruginosas en las aguas subterráneas, y sistemas de tuberías de pozos y regadíos que alimentan la agricultura urbana en esta región del país; y además hacerlo extensivo en otras áreas geográficas de la isla.

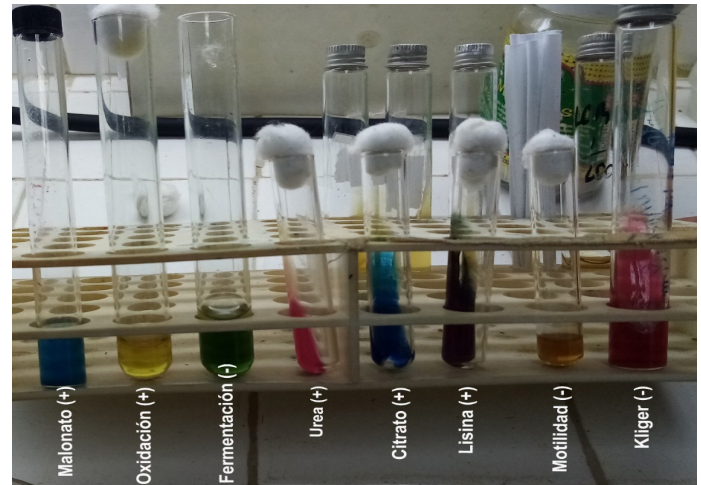


Figura 3. Resultados de las pruebas bioquímicas realizadas a las colonias bacterianas crecidas en medio sólido



Figura 4. Formación de biofilms de bacterias ferruginosas cercano a uno de los pozos del área de estudio

CONCLUSIONES

Altas concentraciones de colonias bacterianas en medio sólido fueron registradas en cada uno de los pozos estudiados. Se observó color rojizo en algunas muestras de agua, típico de la presencia de bacilos ferruginosos. Las dimensiones y características celulares de las bacterias coinciden con el género *Gallionella*. En todas las colonias sometidas a la tinción de Gram, los bacilos presentaron color rosado, esto evidencia que son bacilos Gram negativos. Algunas de las características bioquímicas de las colonias aisladas son conocidas para las bacterias que oxidan el hierro. Por lo que preferimos denominarlas como bacterias ferruginosas hasta análisis moleculares confirmatorios. Se recomienda mantener un monitoreo de las bacterias ferruginosas en las aguas subterráneas, y sistemas de tuberías de pozos y regadíos que abastecen la agricultura urbana en esta región del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abasolo Pacheco, F., Morante Carriel, L. A., (2020). Bacterias degradadoras de hidrocarburos a partir de suelos contaminados con hidrocarburos. <http://colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/33>

- Chen, L., Jia, R.B., Li, L., (2013). Bacterial community of iron tubercles from a drinking water distribution system and its occurrence in stagnant tap water. <https://doi.org/10.1039/C3EM00171G>
- Douterelo, I., Husband, S., Boxall, J. B., (2014). The bacteriological composition of biomass recovered by flushing an operational drinking water distribution system. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.01.049>
- Fleming, E.J., Cetinic, I., Chan, C.S., Whitney King, D., Emerson, D., (2014). Ecological succession among iron-oxidizing bacteria. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.197>
- Hamilton, Wasmannia AuropunctataA., (2003). Microbially influenced corrosion as a model system for the study of metal microbe interactions: a unifying electron transfer hypothesis. <https://doi.org/10.1080/0892701021000041078>
- Hidalgo, K. J., Sierra-Garcia, I. N., Dellagnezze, B. M., de Oliveira, V. M., (2020). Metagenomic Insights Into the Mechanisms for Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Oil Supply Chain. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.561506>
- Patel, V., Sharma, A., Lal, R., Al-Dhabi, N. A., Madamwar, D., (2016). Response and resilience of soil microbial communities inhabiting in edible oil stress/contamination from industrial estates. <https://doi.org/10.1080/0892701021000041078>
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., Gutiérrez-Builes, L. A., (2017). Patógenos Microbianos e Indicadores Microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/fnsp/article/view/26353>
- Smith, A., Reacher, M., Smerdon, W., Adak, G. K., Nicholls, G., & Chalmers, R. M. (2006). Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales, 1992–2003. <https://doi.org/10.1017/S0950268806006406>
- Yang, L., Li, X., Chu, Z., Ren, Y., & Zhang, J. (2014). Distribution and genetic diversity of the microorganisms in the biofilter for the simultaneous removal of arsenic, iron and manganese from simulated groundwater. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2014.01.067>

CAMBIOS SENSORIALES DE LA PAPA VARIEDAD SANTANA A TEMPERATURA DE 23 °C EN FRUTAS SELECTAS

SENSORY CHANGES OF THE SANTANA POTATO VARIETY AT TEMPERATURE OF 23 °C IN FRUTAS SELECTAS

Andy-Gleen Cueto Herrera¹

E. Mail: glenn80@nauta.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8793-8154>

Manuel E. Cortés Cortés²

E. Mail: mcortes@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9903-3907>

¹ UEB Frutas Selectas, Cienfuegos, Cuba.

² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez," Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cueto Herrera, A., G., Cortés Cortés, M. (2023). Cambios sensoriales de la Papa Variedad Santana a temperatura de 23 °c en Frutas Selectas *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 80-89. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La variedad de papa Santana (*Solanum tuberosum* L.), es la más distribuida al polo turístico del territorio de Cienfuegos por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Frutas Selectas Cienfuegos, se conoce que la vida útil de esta variedad se alarga a temperatura ambiente promedio de 23°C aplicándose modelos cinéticos predictivos para la pérdida de calidad en función del tiempo y la temperatura, esto permite una alta gestión de las mermas y logra eficiencia y efectividad en la comercialización así como ahorro en portadores energéticos y en capacidad de almacenamiento dentro de la entidad.

El objetivo del presente trabajo de investigación es proponer la toma de decisión rápida y certera en cuanto a condiciones de conservación adecuadas en aras de reducir las pérdidas por calidad.

Se conoce poca referencia bibliográfica tanto a nivel internacional como nacional de la aplicación de estos modelos en la variedad Santana.

Palabras clave:

Turismo, Modelos cinéticos, Cinética química, Agricultura.

ABSTRACT

The Santana potato variety (*Solanum tuberosum* L.), is the most distributed to the tourist pole of the territory of Cienfuegos by the Base Business Unit (UEB) Frutas Selectas Cienfuegos, it is known that the useful life of this variety is extended at room temperature average temperature of 23°C, applying predictive kinetic models for quality loss as a function of time and temperature, this allows high management of losses and achieves efficiency and effectiveness in marketing as well as savings in energy carriers and storage capacity within Of the entity.

The objective of this research work is to propose rapid and accurate decision making regarding adequate conservation conditions in order to reduce quality losses.

Little bibliographic reference is known, both internationally and nationally, of the application of these models in the Santana variety.

Keywords:

Tourism, Kinetic models, Chemical kinetics, Agriculture.

INTRODUCCIÓN

La papa ha representado por más de 9 mil años una fuente de alimento rica en carbohidratos para el ser humano. Tuvo su origen en lo que hoy es el sur de Perú y el noroeste del Altiplano Boliviano. Se ha convertido en uno de los productos más importantes cosechados en el país, gracias a las condiciones climatológicas favorable para su siembra, es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo. Aproximadamente 1.4 mil millones de personas consumen papa regularmente, y la producción total mundial del cultivo sobrepasa los 300 millones de toneladas métricas. Se cultiva en más de 130 países en el mundo, cubriendo aproximadamente 18 millones de hectáreas, con una producción anual promedio de 315 millones de toneladas, superada solamente por 3 cultivos: Maíz, Arroz y Trigo. Siendo los mayores productores del mundo China con el 17%, Rusia 12.3%, Polonia 9.1%, EUA 7.1% e India 6.4%. (Espinosa, 2022)

Cuba, beneficiada por su posición geográfica, ha sido siempre un país eminentemente agrícola. Cueto et al, (2022). Por ende uno de los productos de gran demanda por la población es la papa, un tubérculo que, por su versatilidad en la cocina, buen sabor y propiedades nutritivas, aporta minerales, fibra, vitaminas y es rica en antioxidantes. Hernández, (2014). Por su potencial de almacenamiento permite la conservación para el consumo diferido a corto, mediano y largos períodos, en condiciones de ventilación natural y en refrigeración con control de temperatura y humedad, además de ser un cultivo que produce altos volúmenes de producción con altos rendimientos por hectáreas en un período corto de tiempo entre 90 y 110 días de plantado. (Espinosa, 2022)

Un vital sector económico en Cuba es el turismo el cual representa la segunda fuente de ingresos del país después de los servicios profesionales en el exterior, con una contribución del 10% al Producto Interno Bruto (PIB) y la generación de medio millón de empleos.

El turismo internacional en la economía cubana ha pasado de ser una actividad coyuntural, a concebirse como un factor estructural, lo cual ha implicado la emergencia de nuevas actividades económicas acordes a los cambios experimentados, tanto por la demanda turística, más inclinada en la actualidad a una nueva perspectiva de la relación Hombre-Naturaleza, el disfrute del Patrimonio Histórico-Cultural y la Industria del Entretenimiento, como por la oferta que se promueve tratando de maximizar el efecto arrastre sobre toda la economía y pensando en una futura integración con nuestro medio geográfico natural: el Caribe. (Chávez et al, 2019)

En la Resolución Económica aprobada por el V Congreso del PCC en 1997, se reflejan los principios generales de desarrollo de la economía para los próximos años, se plantea explícitamente el papel que debe jugar el turismo en el crecimiento económico, señalando su misión como captador de divisas frescas, con una meta de más de dos

millones de visitantes y más de 2600 millones de ingresos brutos. (PCC 1997)

Teniendo todo esto en cuenta se le ha dado como objeto social fundamental a la Empresa cubana del Grupo Empresarial Agrícola (GAG) Frutas Selectas, perteneciente al Ministerio de la Agricultura, el encargo durante más de cuatro décadas de suministrar productos agropecuarios al sector turístico del país y otros organismos priorizados. Inscripta en la Cámara de Comercio de la República de Cuba como entidad exportadora, ha logrado satisfacer mediante la comercialización gran parte de la demanda (70 %) de los productos agropecuarios. Se ubica en el capitalino municipio del Cerro y cuenta con 16 Unidades Empresariales de Base. De ellas, solo una se encarga del aseguramiento y la logística de los insumos para la comercialización; el resto se dedica a la comercialización de estos productos y el suministro a las instalaciones hoteleras y extrahoteleras del Ministerio del Turismo. (CubaPLUS 2021)

La Unidad Empresarial de Base (UEB) Frutas Selectas Cienfuegos radicada en carretera a Palmira Km 3 ½ municipio Cienfuegos, es la encargada a través de su estructura provincial de la atención a este importante sector económico, comercializando frutas frescas y productos agropecuarios y dentro de esta última uno de sus productos élite: la papa, la cual es muy demandada por el turista que visita nuestro país.

Para cumplir con este objetivo el Estado cubano asignó para el año 2022 una cantidad promedio de 60 000 Kg, las cuales se destinarán al sector turístico del territorio, la entidad cuenta con toda una infraestructura que garantiza el suministro del tubérculo en toda la temporada turística en Cuba, asimismo posee los servicios de cámaras de frío contratados con el frigorífico de la provincia Cienfuegos que permite a su vez la conservación de este producto de alta demanda, la UEB tiene además sus pequeñas unidades de almacenamiento internas a diferentes temperaturas, que brinda a corto tiempo el servicio de abastecimiento del turismo. Posee también un punto de venta en la Marina Marlins ubicado en Punta Gorda para este propósito y presta servicios de aprovisionamiento de buques, cruceros y medios cruceros, plataforma de comercio en la cual la entidad ha incursionado de manera satisfactoria debido a la calidad de sus productos y servicios.

Para cumplir con su objeto social, es necesario manipular grandes volúmenes de productos agropecuarios de todos tipos, siendo la papa la más demandada. Y como es lógico estas manipulaciones y comercializaciones pueden estar limitada en gran parte por excesivos ablandamientos de tejidos y pardeamiento del producto (Teixeira et al., 2012), debido a que después de la cosecha, el metabolismo sigue activo. (Rangel-Marrón y López-Malo, 2012)

Se puede decir que estas reacciones inducen a cambios que impactan principalmente en las características sensoriales del producto que pueden acortar su vida. (Alegría et al., 2012; Ruelas-Chacón et al., 2013)

Por todos estos escenarios y por las altas temperaturas que caracteriza a nuestro país debido a la cercanía del trópico, así como por las condiciones de traslado y comercialización hacia los puntos de ventas y otras distribuciones realizadas a hoteles e instalaciones extra hoteleras han ocasionado que el nivel de mermas del tubérculo a pesar de que se encuentran dentro de los indicadores establecidos en la unidad ha aumentado en un 30 por ciento con relación al año 2021, todo esto agudizado por los reiterados cortes de electricidad ocasionados por la situación electro energética nacional que afecta a la nación. Esto se ve reflejado en un deterioro de los índices generales de comercialización de la UEB y por tanto afecta el sistema de pago de los trabajadores que laboran de manera directa con la atención al turismo.

Teniendo en cuenta la premisa de que, para comercializar un producto agropecuario, corresponde utilizar sus principios de conservación, así como se debe conocer, explicar y aplicar los principios del deterioro de los alimentos y qué factores inciden en él. (Arias, 2019)

Una herramienta para predecir los cambios que inducen al deterioro y determinan la vida de un producto agropecuario es la aplicación de modelos cinéticos de deterioro, estos modelos se basan en la cinética de las reacciones químicas. Sin embargo, hay que considerar que un alimento es un sistema complejo en el que ocurren diferentes tipos de reacciones, por ello la modelación en este caso se aplica, no a un reactante o componente particular del alimento, sino a una característica de calidad que refleja dichas reacciones. (González et al., 2016)

Se ha encontrado en revisiones de artículos científicos como Salinas-Hernández et al., (2004); Muñoz et al, (2018); González-González et al., (2016); Paternina-Sierra et al, (2018), Baldizón et, al., (2019) que el deterioro de los alimentos sigue modelos de orden cero o primer orden.

Por otra parte, el tiempo de vida útil se puede estimar mediante varios métodos: pueden tomarse valores reportados en la literatura especializada de alimentos similares y bajo condiciones similares al producto de nuestro interés; se pueden monitorear las quejas de los consumidores para orientar los posibles valores de vida útil; mediante pruebas acelerada; o se pueden evaluar atributos de calidad del alimento que varían durante la vida útil del producto. (Baldizón et, all 2019) En esta investigación se tomará este último para realizar el experimento y posteriormente conocer la degradación de la calidad de la papa variedad Santana con respecto a la temperatura ambiente del local de trabajo y el tiempo.

El objetivo de esta investigación es minimizar al máximo las mermas que se generan por concepto del producto papa, a través del conocimiento de la cinética de cambios sensoriales del deterioro del tubérculo de la variedad Santana a temperatura ambiente promedio, la más

comercializada por la UEB Cienfuegos al sector del turismo en el territorio, con lo cual se podrá lograr un eficaz impacto en la disminución de las pérdidas, y también permitirá una efectiva toma de decisión por parte del área comercial y la dirección de la entidad evitando a tiempo que se deteriore el mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de tipo cuantitativo se llevó a cabo en el primer semestre del 2022, se realizó en la UEB Frutas Selectas Cienfuegos. Para su ejecución se tuvo en consideración referentes teóricos internacionales y nacionales relacionados con la temática tratada, los documentos normativos para este tipo de experimento y manuales del sistema de gestión de la calidad implementados en la entidad así como otros instrumentos regulatorios referentes a calidad y manipulación de alimentos de las normas internacionales como la ISO 22000 de 2018 la cual fue desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y define los requisitos sobre la seguridad necesaria para la inocuidad de los alimentos que afecta a todas las empresas que participan en cualquier fase de la cadena alimentaria.

Se utilizó papa variedad Santana de 6,0 a 7,0 cm de diámetro promedio, producto perteneciente a la UEB y cosechada en el mes de febrero de 2022.

Se prepara como unidad experimental un total de 100 unidades del tubérculo, todas estas limpias, sin indicadores de pudrición, daño mecánico o afectación por plagas, con una consistencia firme, y una apariencia, fresca y brillo óptimo para su comercialización al turismo. Estas fueron situadas en la nave de beneficio perteneciente a la entidad, en condiciones de almacenamiento fresco, con paredes en buenas condiciones, no permitiendo la incidencia directa de rayos solares sobre el producto, e impidiendo se moje durante las lluvias y bajo una cubierta (Techo) de más de 5 metros de altura promedio. La muestra fue objeto de observación por parte del investigador en un período de tres veces en el día, en los siguientes horarios 7:00Am, 12:00Am y 12:00Pm hasta que culminó el experimento, con el objetivo de recopilar información teniendo en cuenta el atributo sensorial de la apariencia. (Tabla 1).

Para medir la temperatura ambiente en el momento de la observación de la muestra experimental se utilizó un termómetro digital marca BRIXCO, modelo L101 y la humedad relativa ambiente fue medida a través de un higrómetro DELVER modelo HD 1021 ECO.

Se utilizó una escala de evaluación para el experimento (Tabla 2) con su respectiva descripción en la (Tabla 3) donde el rango oscila del 100 al 60 la cual va transitando por la categoría ÓPTIMA y del rango 50 al 10 lo hace por la categoría POBRE.

Tabla 1: Característica sensorial evaluada al tubérculo en el experimento realizado

Característica sensorial	Descriptor	Definición	Clasificación
Apariencia	Apariencia	Relativo al color, forma, aspecto, integridad, firmeza, homogeneidad y ausencia de defectos.	Óptima - Pobre

Fuente: González et all, (2016)

Tabla 2: Escala cuantitativa de clasificación de acuerdo a la característica sensorial estudiada y descriptor aplicado al experimento

Característica sensorial	Descriptor	Clasificación	
		Óptima	Pobre
Apariencia	Apariencia	Óptima 100-60	Pobre 50-10

Fuente Elaboración propia

Tabla 3: Descripción de la escala de clasificación

Clasificación			
Óptima		Pobre	
100 - M.O	Muy óptimo	50- N.P	No pobre
90 - B.O	Bastante óptimo	40- P.P	Poco pobre
80 - O	Óptimo	30 - P	Pobre
70 - P.O	Poco óptimo	20- B.P	Bastante pobre
60 - N.O	No óptimo	10-M.P	Muy pobre

Fuente Elaboración propia

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron diferentes métodos y técnicas que permitieron dar respuesta al objetivo propuesto.

De los métodos del nivel teóricos se utilizó:

El analítico-sintético, para poder estructurar el fenómeno en sus múltiples relaciones y componentes y así facilitar su estudio.

El tránsito, de lo abstracto a lo concreto que permitió establecer relación y comparación entre la interpretación de los resultados del procesamiento de los datos obtenidos del experimento y la realidad objetiva.

La entrevista: Para determinar debilidades en lo concerniente al conocimiento sobre la vida útil de la papa variedad Santana a temperatura ambiente en la UEB Frutas Selectas Cienfuegos, parte esencial de la investigación.

De los métodos empíricos:

La observación, para la interpretación de los resultados obtenidos en el experimento realizado.

El análisis de documentos, para la revisión de los datos obtenidos y herramientas aplicables a la temática en cuestión.

De los métodos estadísticos - matemáticos:

La posibilidad de expresar la tasa de pérdida de calidad en función del tiempo, en términos de un orden 0 y orden 1 de reacción basado en la ecuación general:

$$V = -\frac{d[A]}{dt} = K[A]^\alpha [B]^\beta \dots \quad \text{Ecu (1)}$$

La cual se explica como la reacción donde el reactivo A da productos, la velocidad de la reacción (V) podrá definirse como la velocidad de cambio de la concentración de A con el tiempo (las unidades de V serán de concentración por tiempo a la -1). Puesto que esta diferencial tiene un valor negativo (la concentración de A disminuye con el tiempo), se añade un signo negativo para que la

velocidad de reacción sea, por definición, positiva, A y B son especies que aparecen en la reacción (reactivos, productos, intermedios o catalizadores), α y β son los órdenes parciales (α respecto a A, β respecto a B), y k es la constante cinética (constante de velocidad o coeficiente de velocidad). Algunos científicos emplean el primer término cuando se cree que la reacción es elemental y el último cuando se sabe que la reacción ocurre en más de una etapa. (Atares 2018)

Se utilizaron las ecuaciones 2 y 3 derivadas de la 1 para el cálculo del deterioro de la característica (Apariencia) en función del tiempo, para reacciones de orden 0 y 1:

$$\frac{d[A]}{dt} = -K \quad \text{Para orden 0} \quad \text{Ecu (2)}$$

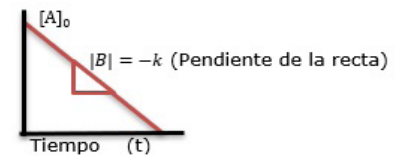
$$\frac{d[A]}{dt} = -K[A] \quad \text{Para orden 1} \quad \text{Ecu (3)}$$

Una vez resueltas las ecuaciones Ecu (2) y Ecu (3) se obtiene la cinética de cambio sensorial (K), la cual se determinó mediante el ajuste de los datos experimentales a los modelos de cero y primer orden, mediante el procedimiento de regresión lineal, por medio de Office Microsoft Excel 2010. En la figura 1 y figura 2 se pueden observar los gráficos de las ecuaciones linealizadas derivadas de Ecu (2) y Ecu (3).

Figura 1: Gráfico de la ecuación lineal para orden 0 (Temperatura constante)

$$[A] = A_0 - Kt$$

Apariencia del producto: [A]

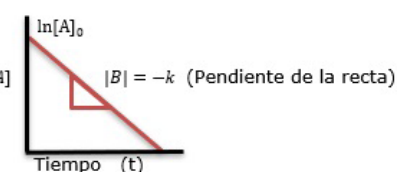


Fuente Elaboración propia

Figura 2: Gráfico de la ecuación lineal para orden 1 (Temperatura constante)

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -Kt$$

Apariencia del producto: $\ln [A]$



Fuente: Elaboración propia

Para representar la dependencia de la constante de velocidad de cambio respecto a la temperatura se utilizó la ecuación de Arrhenius (4), donde K es la constante cinética de Arrhenius, (A) es un factor pre exponencial, E es energía de activación (J mol⁻¹), R es la constante de los gases ideales (8.31447 J/mol K) y t es temperatura absoluta en grados Kelvin.

$$K[t] = A \exp\left(-\frac{E}{Rt}\right) \quad \text{Ecu (4)}$$

Para el tratamiento estadístico se utilizó un análisis de varianza a los datos obtenidos de la evaluación sensorial de los cambios característicos en el atributo estudiado

(Apariencia) en función del tiempo y la temperatura ambiente promedio en la UEB Frutas Selectas Cienfuegos.

El ajuste de datos experimentales aplicado a los modelos cinéticos estudiados fue el coeficiente (R^2).

Para el exitoso desarrollo de esta investigación se hizo necesario una amplia revisión bibliográfica que unida a técnicas de búsquedas, procesamientos y análisis de la información arrojó resultados valiosos. Entre los artículos consultados se exponen temas de cinética química en los alimentos, sus aplicaciones en la conservación de un producto, así como, el procesamiento estadístico de los datos recopilados en los diferentes experimentos realizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se explicó anteriormente, para comercializar un producto agropecuario, se deben utilizar entre otros elementos los principios de conservación de estos, por lo tanto, el conocimiento del proceso de deterioro está unido al de conservación de los alimentos; sobre estos influyen factores externos e internos que estuvieron presente en todo el período del experimento comprendido desde el 22 de febrero al 22 de abril de 2022, conceptos importantes que actuaron sobre la muestra experimental.

Factores externos:

Temperatura, humedad relativa, esfuerzo mecánico, vibración y luz.

Temperatura: (Establecimiento de la flora microbiana)

Microorganismos psicrófilos: 4-5 °C.

Microorganismos mesófilos: 37 °C.

Microorganismos termófilos: 50 °C.

Humedad relativa:

Determina la pérdida o ganancia de agua por el alimento. Los alimentos frescos con un alto por ciento de humedad se arrugan por evapo-transpiración.

Oxígeno:

Favorece el deterioro de las grasas, mediante reacción con los ácidos grasos insaturados.

Favorece el crecimiento microbiano y el deterioro oxidativo de las carnes.

Esfuerzo mecánico y vibración:

La intensidad del deterioro depende de la fuerza ejercida, el área expuesta y la textura del alimento.

Factores importantes: Empaque, manejo (apilamiento), carreteras (Vibración), tiempo, temperatura.

Luz:

Intensifica las reacciones siguientes: Oxidación de grasas, destrucción de vitaminas A; E, C, B2, oxidación de pigmentos (antocianinas, betacarotenos).

Factores internos:

Deterioro químico y bioquímico:

Se debe a las reacciones químicas de oxidación, oscurecimiento no enzimático, pardeamiento enzimático, etc.

En carnes se da el rigor mortis y el proceso de respiración en vegetales, todos estos procesos producen pérdidas en la calidad nutritiva (pérdida de ácidos grasos esenciales, proteínas y vitaminas) y consecuentemente pérdida en la calidad organoléptica o sensorial (variación del aroma, sabor, textura, apariencia general)

Deterioro microbiológico: Se genera por la presencia de microorganismos que causan fermentación y putrefacción de los productos con la consecuente formación de toxinas.

El producto deteriorado no solo ha perdido la calidad nutritiva y organoléptica, sino que se ha convertido en un alimento tóxico/infeccioso, entonces constituye un alimento peligroso para la salud.

Una vez conocido los factores externos e internos que intervinieron en el experimento podemos ver en las (Tabla 4 y Tabla 5) el promedio de temperatura en la cual se desarrolló la investigación, también se puede observar en la figura 3 el resultado de la relación existente entre la temperatura ambiente promedio de 23 °C y el deterioro de la característica estudiada (Apariencia) con relación al tiempo, de la papa variedad Santana al finalizar la fase experimental, la cual derivó en una degradación de su apariencia en un período de 75 días, transitando desde sus óptimas condiciones hasta su categoría más pobre, es en esta última donde se desechó el producto pues no fue apto para la comercialización al sector turístico, ni para consumo humano.

Tabla 4: Temperaturas promedios observados de los meses experimentales

Tiempo del experimento	Temp. Promedio en el Día °C	Temp. Promedio en la Noche °C	Hum Relativa Promedio del mes
Febrero	24	18	35%
Marzo	26	20	40%
Abril	29	22	60%
Promedio total	26	20	45%

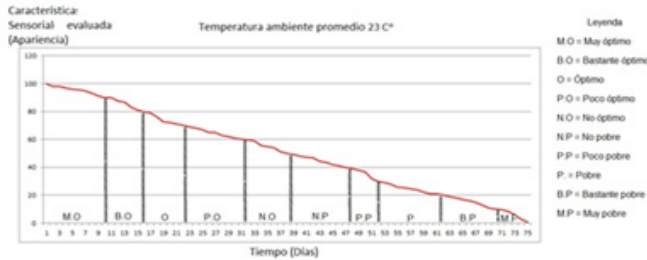
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Promedio de temperatura entre el día y la noche utilizado para el cálculo de la cinética de cambios sensoriales del deterioro de la papa.

Tiempo del experimento	Temp. Promedio entre el Día y la noche °C
Febrero	23
Marzo	
Abril	

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Gráfico resultante de la cinética de cambios sensoriales (Apariencia) del deterioro del tubérculo de la variedad Santana a temperatura ambiente promedio de 23 °C



Fuente: Elaboración propia

La velocidad de reacción química explicada anteriormente se puede expresar a través de las denominadas ecuaciones cinéticas Ecu (2) y Ecu (3), en las que aparecen las constantes cinéticas k. El cálculo de esta constante es un requerimiento muy habitual en problemas de cinética química, por lo que obtener su valor correcto, así como sus unidades correctas, son aspectos importantes.

Con el fin de conocer los valores óptimos de K se realizó el cálculo con las ecuaciones para orden 0 y 1 con los datos experimentales recopilados.

Atares (2018) plantea que dependiendo del valor de orden de reacción (n), el punto de partida para la integración será diferente.

$$\frac{d[A]}{dt} = -K \quad n=0 \qquad \frac{d[A]}{dt} = -K[A] \quad n=1$$

Una vez realizada la separación de variables y la integración, dependiendo del valor de n se obtuvo diferentes ecuaciones integradas que se describen cómo la concentración de A disminuye con el tiempo [t].

$$[A] = [A]_0 - Kt \quad n=0 \qquad \ln \frac{[A]}{[A]_0} = -Kt \quad n=1$$

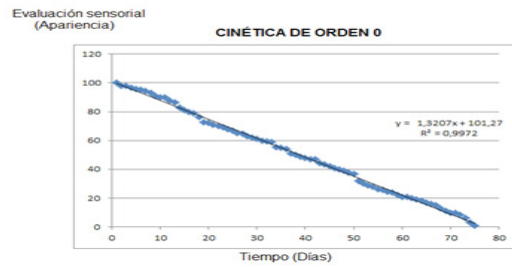
Como se puede observar, para n=0 y n=1 se obtuvieron ecuaciones lineales del tipo donde:

Y = Ordenada en el origen + pendiente por X, donde la variable independiente X siempre es el tiempo.

Para orden 0 y 1 la pendiente será -k.

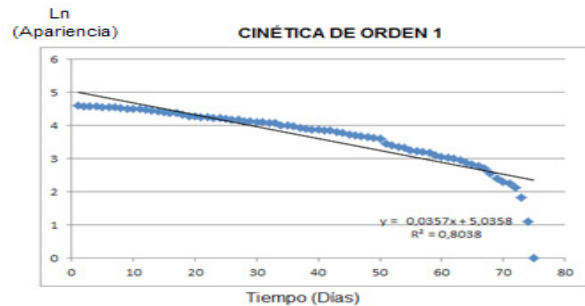
En la figura 4 y 5 podemos observar los gráficos del resultado de la cinética que mejor relaciona los parámetros de evaluación sensorial (Apariencia) con relación al tiempo en el experimento realizado, en este caso se observa que el mejor ajuste de los datos pertenece a la cinética de orden 0, donde el valor de R cuadrado es de 0.9972, muy próximo a 1 el cual es ideal. No ocurriendo así en el de cinética de orden 1 que su valor es 0.8038, por este motivo asumimos el trabajo en lo adelante con la ecuación de orden 0.

Figura 4: Gráfico de ajuste de datos por regresión lineal para cinética de orden 0



Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Gráfico de ajuste de datos por regresión lineal para cinética de orden 1



Fuente: Elaboración propia

Valores del ajuste de datos por regresión lineal	
Valor de A ₀	5,0358
Constante K	0,0357
R ²	0,8038

Identificado la cinética de orden cero como la que presenta un mejor ajuste de los datos de las características evaluadas de la papa (Apariencia) con relación al tiempo, trabajaremos en lo adelante con la ecuación (Ecu 2)

Ecu 2) $\frac{d[A]}{dt} = -K$ linealizada de la siguiente forma donde se obtuvo como resultado un valor de cinética de reacción:

$$K = 1.3207$$

Una vez conocido el valor de la constante de reacción k, por la relación el deterioro de las características de la papa con relación al tiempo se procede a conocer su dependencia con la temperatura ambiente promedio de 23 °C obtenida en los datos experimentales.

Asimismo, para describir la dependencia de la constante aparente de velocidad de cambio respecto a la temperatura se utilizó la ecuación de Arrhenius (Ecu. 4), donde (K) es la constante cinética de Arrhenius, (A0) es un factor pre exponencial, (E) es energía de activación (R) es la constante de los gases ideales 8.31447 J/mol K y (t) es temperatura.

Ecuación de Arrhenius

$$K[t] = A \exp\left(-\frac{E}{Rt}\right)$$

Linealizada

$$\ln(K) = -\frac{E}{R}\left(\frac{1}{T}\right) + \ln(A)$$

Ecuación asemejándola a una línea recta.

$$Y = mx + b$$

Equivalencia de las variables de la ecuación de Arrhenius a la recta.

$$Y = \ln(K)$$

$$m = -\frac{E}{R}$$

$$x = \frac{1}{T}$$

$$b = \ln(A)$$

Teniendo en cuenta los datos experimentales obtenidos y el valor de la constante de reacción K (Tabla 6) se procedió al cálculo de la velocidad de reacción a través de la ecuación correspondiente (Arrhenius). Obteniéndose como resultado el gráfico que se observa en la figura 6.

Tabla 6 Datos experimentales obtenidos y velocidad de reacción (k) calculada

			X	Y
k	Temp. °C	Temp. °k	1/t	ln (k)
1,3207	23	296	0,00337838	0,12080418

Fuente: Elaboración propia

$$\ln(K) = \ln(A) - \left(\frac{E}{R}\right) \frac{1}{T}$$

$\ln(K) = -0.114 - 0.1174 \frac{1}{T}$ Esta ecuación es la que relaciona los datos de la cinética con la inversa de la temperatura.

$\ln(K) = -0.114 - 0.1174 \frac{1}{296}$ Se introduce el valor de temperatura absoluta con un valor de 296 °K en la ecuación, dando como resultado:

$\ln(K) = -0,11360338$ Pero como lo que se quiere es la constante de reacción (K) a 23 °C se calcula la potencia en base 10 del logaritmo de $\ln(K)$ obteniéndose como resultado:

$K = 0,76983317$ constante de reacción.

Toda vez obtenida la constante de reacción K con relación a la temperatura se retoma la ecuación de orden cero (Ecu 2) para el cálculo del tiempo (Días) del producto papa variedad Santana.

$$\text{Despejando (t): } t = \frac{[A]_0 - [A]}{K}$$

Donde: $[A]_0$ = Es la característica inicial de (Apariencia) en porciento de la papa. En este caso 100%.

$[A]$ = Es el porciento de apariencia que se quiere saber. Por ejemplo 95% de buena apariencia del tubérculo.

K = Constante de reacción calculada mediante (Ecu 4).

t = Tiempo en días.

Quedando de la siguiente manera: $t = \frac{100-95}{0,76983317} = 7$ días.

Figura 6: Relación de la variable dependiente $1/t$ con relación a $\ln(k)$



Fuente: Elaboración propia

Alcanzando como resultado los datos registrados en la tabla 7, con los cuales se procede a desarrollar el cálculo de (Ecu 4)

Tabla 7: Valores de las variables para el cálculo de la Ecu 4

			X	Y	MX	b	R
k	Temp. °C	Temp. °k	1/t	ln (k)			
1,3207	23	296	0,00337838	0,12080418	0,1174	-0,114	8,314 1/mol-k

Fuente: Elaboración propia

Para desarrollar la ecuación de Arrhenius con los datos obtenidos de la tabla 7 tenemos que:

La Tabla 8 muestra los resultados finales calculados para diferentes porcentos de apariencia física del tubérculo.

Tabla 8: Deterioro de las características de la papa variedad Santana con relación al tiempo hasta un 65% de buena apariencia física

% de apariencia física de la papa variedad Santana (Buena firmeza, textura y color).	Tiempo (Días)
95	7
90	13
85	20
80	26
75	33
70	39
65	46

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Con la realización de esta investigación se evidencia las ventajas del conocimiento de la vida útil de la papa variedad Santana a temperatura ambiente de 23 °C para la toma de decisión en la UEB Frutas Selectas Cienfuegos.
- El trabajo presentado está dirigido a resolver las dificultades identificadas de mermas del producto por condiciones de capacidad en nevera y falta de fluido eléctrico en la unidad. En el mismo se llega a la conclusión del tiempo aproximado que puede durar dicho producto a la temperatura ambiente promedio de 23 °C en la nave de beneficio de la entidad.
- El empleo del excel en esta investigación constituye una ayuda importante para la aplicación de los cálculos a otros productos existentes en la unidad, teniendo en cuenta los datos que generen el experimento realizado.
- Se pudo constatar que mediante el conocimiento de la vida útil del producto papa aumenta la eficiencia y eficacia en la comercialización al turismo con una disminución significativa de las mermas, tanto en valores como en físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegría C., J. Pinheiro, M. Duthoit, E. M. Goncalves, M. Moldão-Martins and M. Abreu (2012) Freshcut carrot (cv. Nantes) quality as affected by abiotic stress (heat shock and UV-C irradiation) pretreatments. *LWT-Food Science and Technology* 48:197-203.

Arias Salazar, Claudio. (2019). El proceso de comercialización de productos en cooperativas agropecuarias del municipio Bayamo. Principales factores que limitan su funcionamiento. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* , 7(3), e07. Epub 21 de octubre de 2019. Recuperado en 05 de abril de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322019000300007&lng=es&tlng=es.

Atares Huerta, L. (2018) La constante cinética K y sus unidades. UPV. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/120619/Atar%C3%A9s%20-%20La%20constante%20cin%C3%A9tica%20k%20y%20sus%20unidades.pdf?sequence=1>

Baldizón García, C. & Cordoba Molina, M.E. (2019). Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Revista de la Universidad de Costa Rica: Ingeniería*, 18 , 57-64.

Chávez Salinas, E., Chávez Salinas, E., & Cerdan Mundet, LL. (2019). El turismo en Cuba: Desarrollo, Retos y Perspectivas. *Revista Rosa dos Ventos*, 11(1), 23-49. <https://www.redalyc.org/journal/4735/473559029004/html/>

CubaPLUS. (2021). Frutas Selectas. Lo más selecto del trópico <https://www.cubaplusmagazine.com/es/negocios/frutas-selectas-selecto-tropico.html>

Cueto Herrera, A.-G., Godoy Hernández, M., & Miranda Pérez, R. (2022). Obtención de una muestra en auditoria a través de métodos estadísticos en entidades del sector agrícola utilizando Microsoft Excel. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 198-209. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/579>

Espinosa Hernández, Enel (2022) Resultado de la campaña 2021/2022 del cultivo de la papa. <https://www.minag.gob.cu/wp-content/uploads/2022/03/SITUACION-DE-LAS-SIEMBRAS-DE-PAPA.pdf>

González-González, Gladys, Pirovani, María E., Piagentini, Andrea M., Ulín-Montejo, Fidel, Miranda-Cruz, Edith, Osorio-Osorio, Rodolfo, Maldonado-Enríquez, Emilio J., & Salinas-Hernández, Rosa M. (2016). Cinética de cambios sensoriales y vida de anaquel de carambola mínimamente procesada. *Revista fitotecnia mexicana*, 39(4), 393-402. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802016000400393&lng=es&tlng=es.

Hernández Martínez, C.M (2014) Poscosecha de productos agrícolas. Editorial Félix Varela.

ISO 22000 (2018). Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22000:ed-2:v2:es>

- Muñoz Shugulí, C., Patiño Vidal, C., Muñoz Jácome, E. (2018) Estudio de la cinética de deterioro de patacones prefritos congelados como alimento derivado del plátano verde (*Musa Paradisiaca*) *Revista científica Perfiles* 20 (2) 6-12.
- Paternina-Sierra, K., Acevedo-Correa, D., Piedad M. Montero-Castillo, P. M. (2018) Evaluación de la Vida Útil de una Pasta de Ajonjolí Azucarada mediante Pruebas Aceleradas. *Revista científica Información Tecnológica*. Vol. 29(4), 3-12 <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v29n4/0718-0764-infotec-29-04-00003.pdf>
- Partido Comunista de Cuba. Sitio Oficial. [en línea] http://www.pcc.cu/congresos_asamblea/cong5.php
- Rangel-Marrón M. y A. López-Malo (2012) Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmósfera modificada durante su almacenamiento en refrigeración. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6:94-109.
- Ruelas-Chacón X., M. Reyes-Vega, B. Valdivia-Urdiales, J. C. ContrerasEsquivel, J. C. Montañez-Saenz, A. F. Aguilera-Carbó y R. D. Peralta Rodríguez (2013) Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila* 5:31-37.
- Salinas-Hernández, R., González-Aguilar, G., Pirovani, M., & Ulín-Montejo, F. (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. *Universidad y Ciencia*, 23(2), 183-196.
- Teixeira G. H. A., J. F. Durigan, A. S. Ferraudo, R. E. Alves and T. J. O'Hare (2012) Multivariate analysis of fresh-cut carambola slices stored under different temperature. *Postharvest Biology and Technology* 63:91-97.

12

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE APLICABLES EN LA PROVINCIA DE CIENFUEGOS

THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OBJECTIVES APPLICABLE IN CIENFUEGOS CITY

Claudia Beatriz Curbelo Capote

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3184-1555>

E-mail: claudiacurbelo2002@gmail.com

Lázaro Chaviano Díaz

E-mail: Ichavianodiaz@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8625-7031>

Lilliam Melisa Curbelo Capote

E-mail: liliamcurbelo28@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1888-2414>

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Curbelo Capote, C., B., Chaviano Díaz, L., Curbelo Capote, L. M. (2023). Los objetivos de desarrollo sostenible aplicables en la Provincia de Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 89-97. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, presenta una visión ambiciosa del desarrollo sostenible e integra las dimensiones económica, social y ambiental, por lo que constituye la expresión de los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional para los próximos 15 años, que pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar el estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos naturales extremos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático. Es por ello que el presente trabajo aborda la implementación de los objetivos de desarrollo sostenible en la provincia de Cienfuegos. Los resultados alcanzados están dados porque dichos Objetivos de Desarrollo Sostenible integran la estrategia de cada organización y la necesidad que cada miembro de la organización comprende la importancia de los mismos y conozca las acciones para poder alcanzarlos.

Palabras clave:

Desarrollo sostenible, organizaciones, medio ambiente.

ABSTRACT

The 2030 Agenda for Sustainable Development presents an ambitious vision of sustainable development and integrates the economic, social and environmental dimensions, for which it constitutes the expression of the wishes, aspirations and priorities of the international community for the next 15 years, which puts to the equality and dignity of people at the center and calls for a change in the style of development, respecting the environment. It is a universal commitment acquired by both developed and developing countries, within the framework of a reinforced global alliance, which takes into account the means of implementation to carry out change and the prevention of disasters due to extreme natural events, as well as mitigation and adaptation to climate change. That is why the present work addresses the implementation of the sustainable development objectives in the province of Cienfuegos. The results achieved are given because these Sustainable Development Goals integrate the strategy of each organization and the need for each member of the organization to understand their importance and know the actions to achieve them.

Keywords:

Sustainable development, organizations, environment

INTRODUCCIÓN

Los retos a los que se enfrenta el ser humano, tales como el cambio climático, la escasez de agua, las desigualdades o el hambre, se pueden resolver desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sostenible y apostando por el progreso social, el equilibrio medioambiental y el crecimiento económico.

Es por ello que el Desarrollo Sostenible ha sido el centro de las discusiones sobre políticas internacionales desde su definición en 1987, donde se destaca la necesidad de equilibrar el desarrollo económico con la equidad social y la protección del medio ambiente (Covas, Hernández & Cabello, 2019).

En este sentido cada día cobra mayor importancia el cuidado del medio ambiente, lo cual se ha agudizado en los últimos tiempos debido al crecimiento económico y el desarrollo tecnológico sin límites y constituye en la actualidad una de las temáticas de gran interés dentro del campo de la investigación y de la gestión empresarial, según refiere Bastida y Álvarez, (2018).

El desarrollo sostenible es un proceso dinámico, de acuerdo con Díaz, Cabrera & Portela, (2014), que implica trabajar de forma simultánea en dos vertientes: la del desarrollo, como mejora constante de todo y de todos, y la de la sostenibilidad como garantía para que las futuras generaciones de seres humanos puedan disfrutar del medio ambiente y de los recursos naturales de que se dispone en la actualidad.

Para el logro de un desarrollo sostenible, Naciones Unidas aprueba la Agenda 2030 que contiene los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen una serie de metas comunes para proteger el planeta y garantizar el bienestar de todas las personas, las cuales necesitan la implicación activa de las empresas, las administraciones y los países de todo el mundo.

Los autores Cabello, García, Sagastume, Hens & Vandecasteele, (2011) señalan las particularidades de la interpretación del desarrollo sostenible en Cuba, las cuales están relacionadas con que está centrado en el hombre, entender el desarrollo como la expansión de las potencialidades de las personas, interpretado en términos de mejora cualitativa más que en términos de crecimiento cuantitativo de la producción y el consumo. Otra particularidad es la equidad entendida como parte esencial del desarrollo y de la justicia social, a partir de fomentar la solución de las necesidades básicas y espirituales de las personas por encima del consumo. La cultura del ahorro y la racionalidad es otra peculiaridad del modelo cubano, no solo impuesta por las circunstancias del embargo norteamericano y el derrumbe de la Unión Soviética, sino como una política de estado que ha reconocido al ahorro como una de las principales fuentes de recursos del país. En esencia el modelo cubano en concordancia con las tendencias internacionales, concibe el desarrollo sostenible sobre tres pilares fundamentales: social, ambiental y económico. Por ello en el presente trabajo se abordan los

Objetivos de Desarrollo Sostenible aplicables en la provincia de Cienfuegos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lento crecimiento económico mundial, las desigualdades sociales y la degradación ambiental, son característicos de nuestra realidad actual, que presentan desafíos sin precedentes para la comunidad internacional. En efecto, estamos frente a un cambio de época: la opción de continuar con los mismos patrones de producción, energía y consumo ya no es viable, lo que hace necesario transformar el paradigma de desarrollo dominante en uno que lleve por la vía del desarrollo sostenible, inclusivo y con visión de largo plazo.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye 17 Objetivos y 169 metas, presenta una visión ambiciosa del desarrollo sostenible e integra sus dimensiones económica, social y ambiental. Constituye la expresión de los deseos, aspiraciones y prioridades de la comunidad internacional para los próximos 15 años, por lo que es una agenda transformadora, que pone la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar el estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente.

Los objetivos de desarrollo sostenible aplicables a la gestión ambiental son:

- Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.
- Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos.
- Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
- Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
- Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.
- Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.
- Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.

Las empresas juegan un papel fundamental por su inmenso poder transformador, no solo de la economía, sino también de la sociedad, por lo que se relacionan estrechamente con el entorno, consumen y tienen un impacto en el medio ambiente. Es por ello que los Objetivos de Desarrollo Sostenible deben integrar la estrategia empresarial y que cada miembro de la organización interiorice

la importancia de los mismos y conozca las acciones para alcanzarlos

RESULTADOS

Entre los principales problemas ambientales de la localidad de Cienfuegos se pueden mencionar:

- Contaminación (residuales líquidos/ residuales sólidos, productos químicos y desechos peligrosos, atmosférica).
- Pérdida de la diversidad biológica y deterioro de ecosistemas.
- Degradación de los suelos.
- Afectaciones a la cobertura forestal.
- Deterioro de la condición higiénico sanitaria en los asentamientos humanos.
- Carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua.
- Impacto del cambio climático.

Contaminación

Cienfuegos ha encaminado un trabajo de identificación, seguimiento y control de las fuentes contaminantes que muestran un impacto significativo sobre el medio ambiente, dando seguimiento a los programas de lucha contra la contaminación y de erradicación de fuentes contaminantes. Se confeccionaron los expedientes de las entidades prioritarias, realizándose recorridos, despachos y acciones de capacitación internas potenciando el control del cumplimiento de las políticas ambientales para el manejo de los desechos peligrosos y focos contaminantes a la bahía y fuentes de abasto de agua, fortaleciéndose en este sentido la relación de trabajo con el Órgano de Gobierno Provincial. Se participó en los controles gubernamentales convocados estableciendo los señalamientos necesarios para que se acometan las acciones correctivas en favor de la protección del medio ambiente. La tendencia por las administraciones para solucionar las diferentes problemáticas ambientales es la solicitud de inversiones, no obstante, se emprenden acciones que contribuyen a disminuir la contaminación en entidades de la ciudad, como, por ejemplo: UEB Astisur, Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos, Centro de Estudios Ambientales, CITMA (Especialistas de Bahía y Educación ambiental), Cementos S.A.

Se desarrollaron una serie de planes de acción definidos para las fuentes de contaminación de la atmósfera basándose en la atención a la contaminación atmosférica que se realiza mediante el chequeo del Plan de Medidas para la prevención y control de la contaminación atmosférica.

El consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono y el uso de alternativas en empresas y entidades con el uso de refrigerantes alternativos se controla de manera progresiva.

Para enfrentar la contaminación sonora se atienden las quejas de la población, para el caso de instituciones recreativas ubicadas cerca de la comunidad y de conjunto con el CPHEM se realiza las mediciones de decibeles para hacer cumplir la NC 26.

Se mantiene el seguimiento, de conjunto con la Oficina de Regulación y Seguridad Ambiental, a las entidades que presentan sus Planes de Manejo para la Gestión Integral de los Desechos Peligrosos (Res. 136/09 del CITMA) y de las licencias otorgadas a las entidades con condiciones para la disposición final de éstos. Se continúa con la preparación a las empresas del territorio a fin de que reduzcan en lo posible la generación de sus desechos y planifiquen en sus planes de la economía la adquisición de los envases y embalajes para su destino final en el confinamiento.

Pérdida de la diversidad biológica y deterioro de ecosistemas

A través del encargo estatal de las empresas y entidades que lo manejan y de varios proyectos (entre ellos 2 internacionales) se materializan la protección y uso sostenible de los recursos de la diversidad biológica, involucrándose tanto el sector empresarial como las instituciones científicas del territorio. Existen estructuras gubernamentales tales como: el Consejo Territorial de Cuencas y la Comisión Provincial del Sistema de Reforestación, que tienen por objetivo fundamental el control de los programas y acciones encaminadas a la protección y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad. El CITMA representado en el Grupo de Bahía exige, que las empresas y entidades del territorio ejecuten acciones en sus estrategias empresariales para la protección y manejo adecuado de los recursos naturales a su disposición con especial incidencia en el recurso agua por la contaminación de residuales líquidos y desechos sólidos. **Se** debe insistir en el uso de especies autóctonas y amenazadas y fomentar la diversificación de las producciones en las fincas agroecológicas y en las áreas bajo manejo sostenible de tierras.

La pesca en la bahía cienfueguera es una actividad que se encuentra regulada, en cuanto al uso de redes de arrastre y pesca comercial en determinadas áreas. Se gestiona la realización de análisis toxicológicos en varias especies comerciales de la bahía, a fin de conocer su nivel de contaminación y determinar si son aptas para el consumo de la población.

Los bosques no se encuentran en un estado favorable, manifestándose por la baja densidad de especies de maderas valiosas, escasez de árboles maduros y un crecimiento notablemente bajo. Entre las causas que provocan este problema se encuentran:

- Talas ilícitas.
- Invasión de especies exóticas

- Uso desmedido de las especies exóticas de crecimiento rápido para el cumplimiento de los planes de reforestación.
- No correspondencia entre la vocación de los suelos y las especies a plantar.
- Incendios forestales.
- Insuficiente arborización en el uso de los espacios públicos urbanos, incluyendo áreas verdes, deportivas y recreativas.

Degradación de los suelos

Los planes de mejoramiento y conservación de suelos se cumplen, pero aun así las áreas beneficiadas son insuficientes si tenemos en cuenta que en gran medida la economía local se sustenta en la agricultura tanto cañera como no cañera.

Se necesita la implementación del manejo integrado de plagas y la utilización del control biológico como forma de actualizar la caracterización de los suelos a fin de utilizarlos adecuadamente. Se ha avanzado en la producción y aplicación de la materia orgánica, humus y compost, pero existen condiciones para obtener mayores volúmenes para su aplicación con el consiguiente beneficio en los rendimientos y en la protección del medio ambiente al prescindir de productos químicos contaminantes. La entrega de tierras en usufructo mediante el D-L 300 constituye un tema de seguimiento ya que no ha tenido el tratamiento que merece en cuanto a capacitación y preparación metodológica para implementar las buenas prácticas ambientales por parte de los organismos implicados.

Afectaciones a la cobertura forestal

Los planes de reforestación con especies de rápido crecimiento (especies exóticas), obviando el fomento de especies endémicas y en peligro o bajo algún grado de amenaza tienen necesariamente que ser revisados bajo la orientación del CITMA. La reforestación ha experimentado aumentos discretos sostenidos en todo el ciclo estratégico que culminó, aun cuando persisten dificultades en el logro de plantaciones y los bajos índices de supervivencia, aspectos en los que se debe continuar incidiendo. Las pérdidas del patrimonio forestal por concepto de incendios han sido bajas, pudiéndose determinar en más del 98 % de los casos la causa de origen de éstos.

Deterioro de la condición higiénico sanitaria en los asentamientos humanos

Las condiciones higiénico- sanitarias han sufrido un sensible deterioro en los asentamientos. Se presentan grandes dificultades tanto en la gestión de los residuos líquidos como de residuos sólidos por la obsolescencia o inexistencia de redes de alcantarillado, las conexiones ilegales de conductoras de residuales domésticos a las descargas pluviales, la ausencia, ineficiencia y/o obsolescencia de los sistemas de tratamiento de residuales albañales en ciudades, pueblos y comunidades, las indisciplinas sociales, la

falta de mantenimiento y evacuación de los tanques sépticos y fosas en edificios multifamiliares y viviendas en general y el insuficiente financiamiento dedicado a su solución en el caso de los residuales líquidos, provocan que en la actualidad las aguas negras se derramen en las calles produciendo graves enfermedades que constituyen epidemias como las enfermedades diarreicas agudas, la hepatitis, la leptospirosis, el dengue y ZIKA. También la proliferación de vectores causada por la acumulación de desechos sólidos de todo tipo en supiaderos, esquinas, parques y avenidas. Ello tiene mucho que ver con las violaciones del régimen de recogida de desechos sólidos, el insuficiente número de depósitos colectores, la obsolescencia del parque automotor, así como su reducido número, que unido a las múltiples indisciplinas sociales ponen de manifiesto la baja percepción del riesgo de la población ante esta situación. Existe además una inadecuada disposición final de residuos hospitalarios considerados como peligrosos, manejados en ocasiones como residuos sólidos generales.

La contaminación atmosférica se hace evidente en la localidad por la emisión de gases y partículas como resultado de actividades como el tránsito de vehículos en su mayoría obsoletos, la producción de asfalto, cemento, materiales de la construcción, extracción minera y generación de electricidad, entre otras causas.

La contaminación por ruido se centra fundamentalmente en la ocurrencia de indisciplinas sociales y administrativas para las que aún persiste un bajo nivel de exigencia por parte de las autoridades competentes en el cumplimiento de las regulaciones existentes. La proliferación de una gran gama de productos y servicios que se ofertan por parte de cooperativas privadas, son generadoras de emisiones a la atmósfera de gases tóxicos, de residuales líquidos con una fuerte carga de productos químicos nocivos y la disposición de grandes volúmenes de materia orgánica en muchas ocasiones sin tratamiento alguno sobre cuerpos de agua superficiales, trayendo consigo contaminación de pozos y fuentes de abasto con repercusión a la salud humana y a las condiciones higiénico sanitarias del entorno.

Carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua

La principal garantía para enfrentar con éxito los efectos negativos del cambio climático sobre los recursos hídricos y la aplicación consecuente de las medidas de adaptación en Cienfuegos, es el desarrollo hidráulico alcanzado y en proceso de sistemática ampliación y mantenimiento, que ha permitido asegurar las necesidades del recurso agua para el desarrollo sostenible de nuestro territorio. Las medidas que se adopten y ejecuten para enfrentar el cambio climático en un futuro, deberán estar orientadas a mantener y desarrollar el uso sostenible del agua para la economía, la sociedad y el medio ambiente. Aunque se garantiza la potabilidad del agua en las instalaciones de tratamiento, persisten dificultades en el logro de la entrega con la misma calidad hasta su destino final a causa de deficiente mantenimiento en las instalaciones

de tratamiento, financiamiento insuficiente, ubicación y diseño inadecuado de las captaciones de agua cruda, discontinuidad en el servicio de agua, diseño y construcciones inadecuadas de las instalaciones de tratamiento, evacuación inadecuada de las aguas albañales, contaminando las redes de suministro de agua que están en mal estado y mal estado técnico de las redes de distribución debido al insuficiente mantenimiento y envejecimiento de las redes de Acueducto y Alcantarillado.

Impacto del cambio climático

Uno de los fenómenos globales que incide en todos los aspectos del desarrollo humano es el cambio climático. Se adoptaron medidas para su adaptación y mitigación, chequeándose en todos los controles efectuados a partir de la elaboración de las estrategias ambientales, empresariales e institucionales. Entre las principales dificultades que encontramos se pueden mencionar el desconocimiento del impacto que representan las acciones realizadas y/o el efecto de la inejecución con relación al cambio climático, que no se cuantifica los porcentos de CO₂ que se absorbe por cada área reforestada y la insuficiente incorporación en el Plan de la economía de los organismos y entidades de los OACES gastos para llevar a cabo acciones de adaptación al Cambio Climático y mejoras ambientales.

Las medidas para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático se exigen en los planes de acción de las empresas y entidades de acuerdo a su objeto social y se les recomienda que incorporen los resultados de los estudios de PVR concluidos en los Planes de Reducción de Desastres.

El impacto de la pandemia de la COVID 19, refuerza la necesidad de un enfoque renovado, más integrador y estratégico en la evaluación de los avances y retos en la implementación del Plan de Estado para el enfrentamiento al cambio climático, con vistas a lograr una recuperación más verde, de manera que la crisis generada por la pandemia se convierta en una oportunidad para avanzar en desarrollo ambientalmente sostenible.

2-Existe una gran cantidad de instrumentos de política y gestión, implementados a partir de la promulgación de la Estrategia Ambiental Nacional y la Ley 81 de Medio Ambiente.

La política ambiental cubana se ejecuta mediante una adecuada gestión que utiliza los instrumentos siguientes:

- a) La Estrategia Ambiental Nacional, el Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo y los demás programas, planes y proyectos de desarrollo económico y social.
- b) La Ley 81 de Medio Ambiente, su legislación complementaria y demás regulaciones legales destinadas a proteger el medio ambiente, incluidas las normas técnicas en materia de protección ambiental.
- c) Licencia ambiental

- d) El ordenamiento ambiental.
- e) El sistema de información ambiental.
- f) La evaluación de impacto ambiental
- g) El sistema de inspección ambiental estatal.
- h) La regulación económica.
- i) La educación ambiental.
- j) La investigación científica y la innovación tecnológica.
- k) Los regímenes de responsabilidad administrativa, civil y penal.
- l) El Fondo Nacional del Medio Ambiente.

Licencia Ambiental

Toda actividad susceptible de producir efectos significativos sobre el medio ambiente o que requiera de un debido control a los efectos del cumplimiento de lo establecido por la legislación ambiental vigente, estará sujeta al otorgamiento de una licencia ambiental por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de conformidad con lo que al respecto estipule ese organismo, quien establecerá asimismo los tipos y modalidades de dicha licencia.

El otorgamiento de la licencia ambiental está sujeto al pago de los gravámenes que al respecto se establezcan y no exime al licenciatario de la obligación de proteger de manera efectiva el medio ambiente, ni de las responsabilidades administrativas, civiles y penales en que pueda incurrir.

Los programas, obras o actividades que no cuenten con la licencia ambiental, cuando correspondiere, o no cumplan las exigencias y controles que en ésta se fijen, podrán ser suspendidas temporal o definitivamente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, sin perjuicio de que se hagan efectivas las responsabilidades correspondientes.

Ordenamiento Ambiental

A fin de lograr el ordenamiento sostenible del territorio, el ordenamiento ambiental interactúa con el ordenamiento territorial, aportándole lineamientos, regulaciones y normas.

El Ministerio de Economía y Planificación, en estrecha coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos pertinentes, desarrollará las acciones encaminadas a articular el ordenamiento territorial con los principios y objetivos establecidos en la Ley 81 del Medio Ambiente.

El ordenamiento ambiental tiene como objetivo principal asegurar el desarrollo sostenible del territorio, sobre la base de considerar integralmente, los aspectos ambientales y su vínculo con los factores económicos, demográficos y sociales, a fin de alcanzar la máxima armonía

posible en las interrelaciones de la sociedad con la naturaleza, incluyendo:

1. La naturaleza y las características de los diferentes ecosistemas.
2. Las condiciones de cada región y la delimitación de sus áreas en función de sus recursos naturales.
3. Los desequilibrios ecológicos existentes por efecto de las actividades que se desarrollan, las características de los asentamientos humanos y los fenómenos naturales.
4. El equilibrio indispensable entre las actividades humanas y sus condiciones ambientales.
5. Las áreas protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
6. La interdependencia del hombre con su entorno.
7. El impacto ambiental de los nuevos asentamientos humanos, las obras de infraestructura y otras actividades conexas.
8. Los requerimientos de la defensa nacional.

Sistema de Información Ambiental

El Sistema Nacional de Información Ambiental garantiza al Estado, al Gobierno y a la sociedad en general, la información requerida para el conocimiento, la evaluación y la toma de decisiones relativas al medio ambiente, se integra por los diferentes subsistemas que lo componen. Los órganos, organismos de la Administración Central del Estado, las entidades nacionales, órganos superiores de dirección empresarial, las entidades territoriales, y cualquier otra modalidad de gestión no estatal, están obligados a mantener y facilitar, la información contenida en los indicadores para el funcionamiento del Sistema Nacional de Información Ambiental, a los efectos de evaluar y diagnosticar la situación ambiental existente.

Evaluación de Impacto Ambiental

Se realiza con el propósito de evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables como consecuencia de las modificaciones del entorno producidas por la construcción de obras, proyectos y actividades. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas.

El proceso de evaluación de impacto ambiental comprende:

- a) La solicitud de licencia ambiental.
- b) El estudio de impacto ambiental, en los casos en que proceda.
- c) La evaluación propiamente dicha, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- d) El otorgamiento o no de la licencia ambiental.

Sistema de Inspección Ambiental

La Inspección Ambiental Estatal se concibe como un sistema compuesto por:

- a) La Inspección Ambiental Estatal a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y en la que participan los órganos y organismos convocados por este.
- b) las inspecciones estatales que desarrollan otros órganos y organismos de la Administración Central del Estado y los consejos de Administración del Poder Popular, cuya actividad repercute sobre la protección del medio ambiente.

A través de la inspección Ambiental Estatal se verifica y controla el cumplimiento de la legislación vigente en materia de protección del medio ambiente, determinándose la adopción de medidas pertinentes para garantizar dicho cumplimiento.

Las personas naturales o jurídicas que son objeto de la Inspección Ambiental Estatal están obligadas a permitir a la autoridad competente el acceso al lugar o los lugares a ser inspeccionados, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del cumplimiento de la Ley de Medio Ambiente y demás disposiciones ambientales vigentes.

Regulación Económica

Sobre la base de las políticas y disposiciones que se establezcan, derivadas de los artículos anteriores, podrán adoptarse, entre otras, las medidas siguientes:

- a) Reducción o exención de aranceles a la importación de tecnologías y equipos para el control y tratamiento de efluentes contaminantes.
- b) Reducción o exención de aranceles a la importación de materias primas o partes necesarias para la fabricación nacional de equipos o instrumentos destinados a evitar, reducir o controlar la contaminación y degradación ambiental;
- c) Autorización, en casos excepcionales, de la depreciación acelerada de inversiones realizadas en el desarrollo, compra o instalación de equipos, tecnologías y procesos que favorezcan la protección del medio ambiente;
- d) Otorgamiento excepcional de beneficios fiscales o financieros a determinadas actividades que favorezcan el medio ambiente.

El uso de la regulación económica como instrumento de la política y la gestión ambiental se concibe sobre la base del empleo, entre otras, de políticas tributarias,

arancelarias o de precios diferenciados, para el desarrollo de actividades que incidan sobre el medio ambiente.

Educación Ambiental

La educación ambiental es un proceso continuo y permanente, constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos y comunidades, orientada a la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes en la formación de valores, que propicien la adopción de nuevos estilos de vida y prácticas de consumo, compatibles con el desarrollo sostenible. Su interrelación armoniza la equidad de las relaciones entre los seres humanos, la sociedad y el medio ambiente, y propicia la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible. La educación ambiental propicia en los individuos, tomadores de decisiones y grupos sociales, en particular en niños, adolescentes, jóvenes y en la familia, el desarrollo de una cultura ambiental, que permita dirigir sus acciones a la formación de una visión sistémica e integral del medio ambiente.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente establece las coordinaciones correspondientes, con los ministerios de Educación, Educación Superior, y Cultura, los medios de difusión y otros órganos y organismos competentes para desarrollar las acciones que contribuyan a incrementar el conocimiento y la conciencia ambiental.

Investigación Científica e Innovación Tecnológica

La formulación de políticas ambientales toma como fundamentos, entre otros, los resultados de la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación y los resultados de los programas de investigación nacionales, sectoriales y territoriales; los que son accesibles a través de los mecanismos que cree el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Las personas naturales y jurídicas que por su actividad influyen sobre el medio ambiente tienen la obligación de incorporar los logros científicos y tecnológicos para alcanzar una mayor eficacia en las acciones encaminadas a la protección ambiental.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en coordinación con los organismos y órganos competentes, desarrollará las acciones que correspondan para:

- a) Promover los estudios encaminados a ampliar los conocimientos sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente;
- b) Fomentar y promover la investigación científica y la innovación tecnológica, que permitan el

conocimiento y desarrollo de nuevos sistemas, métodos, equipos, procesos, tecnologías y dispositivos para la protección del medio ambiente, así como la adecuada evaluación de procesos de transferencia tecnológica.

- c) Promover que los proyectos de investigación científica o de innovación tecnológica que lo requieran, incluyan las consideraciones ambientales desde la etapa del diseño.
- d) Desarrollar y aplicar las ciencias y las tecnologías que permitan prevenir, evaluar, controlar y revertir el deterioro ambiental, aportando alternativas de solución a los problemas vinculados a la protección del medio ambiente.
- e) Promover el uso de tecnologías ambientalmente adecuadas que armonicen los métodos tradicionales con los requerimientos y exigencias del desarrollo sostenible.
- f) Promover las investigaciones económicas y sociales requeridas para el logro de los fines propuestos.

Régimen de Responsabilidad Penal

Las acciones u omisiones socialmente peligrosas prohibidas por la ley bajo conminación de una sanción penal, que atenten contra la protección del medio ambiente, serán tipificadas y sancionadas a tenor de lo que dispone la legislación penal vigente.

Sistema de Responsabilidad Civil

El Consejo de ministros, a propuesta del Ministerio de Finanzas y Precios y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, dictará las regulaciones pertinentes para el establecimiento de un seguro obligatorio de responsabilidad civil para cubrir daños al medio ambiente causados accidentalmente.

Para asegurar los resultados del proceso o para evitar que se siga causando un daño, se podrán solicitar y adoptar las medidas que franquea la legislación procesal vigente.

En el resarcimiento de la responsabilidad civil correspondiente se procurarán de forma preferente, las acciones encaminadas a la rehabilitación del medio ambiente.

Toda persona natural o jurídica que por su acción u omisión dañe el medio ambiente está obligada a cesar en su conducta y a reparar los daños y perjuicios que ocasione. Estas están facultadas para reclamar la reparación del daño o la indemnización de los perjuicios:

- a) La fiscalía general de la República;
- b) El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente;
- c) Quien haya sufrido personalmente el daño o perjuicio.

Sanciones Administrativas

Las contravenciones se sancionarán con multas cuyas cuantías se fijan para cada caso, sin perjuicio de las demás sanciones accesorias aplicables de conformidad con la legislación vigente.

El que conozca de la comisión de cualquiera de las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la presente Ley lo pondrá en conocimiento de la autoridad competente, la que estará en la obligación de informarle sobre las medidas dispuestas y su cumplimiento, cuando así lo interese dicha persona.

El régimen de sanciones administrativas en materia de protección del medio ambiente incluye a las personas naturales y jurídicas que incurran en las contravenciones establecidas en la legislación complementaria a la presente Ley.

Fondo Nacional del Medio Ambiente

El Fondo Nacional de Medio Ambiente (FNMA) fue creado según lo establecido por la Ley No. 81 artículo 65, con la finalidad de financiar total o parcialmente proyectos o actividades dirigidas a la protección del medio ambiente y su uso racional.

El Ministerio de Finanzas y Precios y el Ministerio de Economía y Planificación, en lo que a cada cual compete y oído el parecer del Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente y demás órganos y organismos competentes, establecerán las reglamentaciones requeridas para el funcionamiento del Fondo Nacional del Medio Ambiente.

Sistema de Gestión Ambiental

En la esfera ambiental el desarrollo legislativo ha estado marcado por la implementación de la Ley 81 de Medio Ambiente, la aprobación y paulatina ejecución de sus disposiciones complementarias. El propósito de la NC- ISO 14001: 2015 es proporcionar a las organizaciones un marco de referencia para proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, en equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Esta norma establece requisitos que permiten que una organización logre los resultados previstos que ha establecido para su sistema de gestión ambiental.

Las expectativas de la sociedad en cuanto a desarrollo sostenible, transparencia, responsabilidad y rendición de cuentas han evolucionado dentro del contexto de legislaciones cada vez más estrictas, presiones crecientes con relación a la contaminación del medio ambiente, uso ineficiente de recursos, gestión inapropiada de residuos, cambio climático, degradación de los ecosistemas y pérdida de biodiversidad.

Esto ha conducido a que las organizaciones adopten un enfoque sistemático con relación a la gestión ambiental mediante la implementación de sistemas de gestión

ambiental, cuyo objetivo es contribuir al “pilar ambiental” de la sostenibilidad.

Etiquetado ecológico:

La etiqueta ecológica es un distintivo, de carácter voluntario, concedido a los productos que demuestren que tienen impactos reducidos sobre el ambiente, en las diferentes fases de su ciclo de vida, es la posibilidad de poner un determinado logotipo en la etiqueta del producto que indica que se ha fabricado siguiendo procedimientos regulados y controlados por normas internacionales.

Ecodiseño o diseño ambiental: Aunque generalmente se hace referencia al diseño del producto, también puede incluir el diseño de determinados aspectos del proceso productivo para fabricar el producto, es la forma en que la función de diseño puede mejorar el impacto ambiental de una empresa tratando de incorporar los aspectos ambientales en la etapa de diseño o rediseño de un producto de modo tal de reducir la carga ambiental asociada al ciclo de ese producto mediante la reducción en la cantidad de componentes y materiales, selección de materiales menos impactantes, eliminación de los materiales más tóxicos asociados al producto, elección de componentes fáciles de desmontar y reciclables, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte, elección de productos finales fáciles de limpiar, reparar y reutilizar.

CONCLUSIONES

- Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) hacen un llamado a todas las organizaciones para aplicar la creatividad, innovación y ofrecen la oportunidad para desarrollar e implantar soluciones, minimizando los impactos negativos y maximizando los positivos que generan en las personas y el planeta, formando parte de una agenda global para el desarrollo de las sociedades.
- La incorporación de los ODS en las acciones de las organizaciones que lo integran, conforme a sus prioridades y esferas particulares de actuación, asegura la ejecución y la realización de acciones en favor de la implementación de la Agenda 2030. Igualmente, las sinergias que propicia el mecanismo permiten la cooperación y el diálogo efectivo entre las organizaciones que la componen y otros actores involucrados en la implementación de la Agenda 2030, como las organizaciones académicas, gubernamentales, centros de

investigación, proyectos comunitarios y trabajadores por cuenta propia, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabello, J. J.; García, D.; Sagastume, A.; Hens, L. & Vandecasteele, C. (2011). Caso Cuba. Un Camino al Desarrollo Sostenible. En: Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world, São Paulo, Brazil.

Covas, D.; Hernández, G. D. & Cabello, J. J. (2019). Calidad de vida urbana como medida del desarrollo sostenible urbano. Caso: Cienfuegos, Cuba. *Revista Ingeniería Industrial*, XL, (3), 227-238.

Díaz, L.; Cabrera, E. & Portela, LL. (2014). Una contribución a la medición del desarrollo sostenible: el caso del municipio Palmira, Cienfuegos, Cuba. *Ciencia y Sociedad*, 39, (1), 155-194.

López, E. J., & Álvarez, Y. (2018). Evaluación ambiental de la transmisión y distribución de energía eléctrica en Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 313-322.

EVIDENCIA DEL VALOR DE LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA: VARIACIÓN PROXIMAL EN CULTIVOS CONVENCIONALES Y ORGÁNICOS

EVIDENCE OF THE VALUE OF ORGANIC PRODUCTION: PROXIMAL VARIATION IN CONVENTIONAL AND ORGANIC CROPS

Christian Franco-Crespo¹E-mail: franco.crespo.ec@gmail.comORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4818-4350>María José Camino¹E-mail: mcamino0372@uta.edu.ecORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4343-6440>Sandra Baldeón-Báez²E-mail: sandra.baldeon.b7@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4896-4517>¹Facultad de Ciencias e Ingeniería de los Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.²Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Madrid, España.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Franco-Crespo, C., F., Camino, M. J. (2023). Evidencia del valor de la producción orgánica: variación proximal en cultivos Convencionales y Orgánicos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 98-106. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La agricultura convencional se ha promovido para garantizar la disponibilidad de alimentos en el mundo, sin embargo, la corriente que promueve prácticas ecológicas para la producción orgánica de los alimentos ha tomado un mayor auge en los últimos años, especialmente debido a los efectos sobre la salud y medio ambiente del uso de agroquímicos. Este estudio tiene como propósito realizar una evaluación proximal de tomate riñón y mora, con la finalidad de comparar las propiedades nutricionales entre productos obtenidos de cultivos convencional y orgánico. La metodología propuesta aplica un muestreo intencional para el muestreo de productos orgánicos y convencionales provenientes de granjas certificadas y mercados donde estos se comercializan. Para el análisis se proponen ensayos en laboratorio con un análisis proximal y la identificación de licopeno, vitamina C y A. Los resultados demuestran una diferencia en las muestras de origen orgánico frente a aquellas convencionales, especialmente en el contenido de licopeno (tomate riñón) y vitamina C (mora), así como otras propiedades nutricionales de proteína y carbohidratos. La conclusión de este trabajo permite determinar que el origen de producción, orgánica y convencional, de estos productos influye en las características nutricionales, aunque no de manera significativa, otorgándole cualidades adicionales para el consumidor.

Palabras clave:

Licopeno, antioxidantes, contenido nutricional, alimentos orgánicos.

ABSTRACT

Conventional agriculture has been promoted to ensure the availability of food in the world, however, the trend that promotes ecological practices for organic food production has taken a greater boom in recent years, especially due to the effects on health and environment of the use of agrochemicals. The purpose of this study is to analyze with a proximal evaluation of tomato and blackberry to compare the nutritional properties of products obtained from conventional and organic crops. The proposed methodology applied is an intentional sample for organic sampling and conventional products from certified farms and markets where they are marketed. For the analysis, laboratory tests with a proximal analysis and the identification of lycopene, vitamin C and A are proposed. The results show a difference in the samples of organic origin compared to those of conventional, especially in the content of lycopene (tomato) and vitamin C (blackberry), as well as other nutritional properties of protein and carbohydrates. The conclusion of this work allows to determine that the origin of organic and conventional production of these products influences the nutritional characteristics, although not significantly, giving it additional qualities for the consumer.

Keywords:

Lycopene, antioxidants, nutritional content, organic food.

INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional ha contribuido desde los años 50's al aumento de la producción. Sin embargo, el uso desproporcionado o aplicaciones sin guía técnica han generado problemas de contaminación de los suelos y las aguas, provocando efectos en la salud de las personas y el medio ambiente. Su uso, por lo tanto, mantiene varias críticas respecto a los efectos sobre la sostenibilidad, afectando directamente la seguridad alimentaria (Dumani, 2016). Por su parte, los agroquímicos son sustancias químicas que se utilizan en la agricultura para mejorar los nutrientes disponibles para el desarrollo de los cultivos. Ayudan a que exista un mayor rendimiento en la cosecha, así como facilitan la eliminación de insectos, plagas que constituyen un riesgo en la producción (Gomes et al., 2020)

El desarrollo de nuevas tecnologías de agroquímicos ha facilitado el reducir las pérdidas de producción, y por lo tanto problemas de inseguridad alimentaria. Algunos ejemplos se pueden citar como el tizón tardío de la papa, la mancha marrón de arroz, la roya amarilla, entre otras que determinaron el empobrecimiento de campesinos, el riesgo de hambre en la población y el desabastecimiento de alimentos en varias regiones del mundo (Princy, 2020). Los agroquímicos, por otra parte, pueden ocasionar desequilibrios nutricionales que se relacionan con la eliminación de insectos que actúan como control de plaga natural, reducción de poblaciones de microorganismos benéficos para el suelo, así como la eliminación de malezas que son hospederos de insectos depredadores de plagas. Así también, producen una aceleración o recorte de los periodos productivos y los ciclos vegetativos de los cultivos (Lavelle, 2016).

DESARROLLO

Algunos efectos identificados se relacionan con la resistencia de plagas o malezas a la aplicación de agroquímicos. Esto en ocasiones se traduce en un incremento de la dosificación aplicada. También, del uso de sustancias químicas con mayor grado de toxicidad con la intención de mermar el desarrollo de plagas que afectan la productividad del cultivo. Algunas consecuencias, además de los residuos en los cultivos es un incremento del costo de producción para los campesinos (Parween et al., 2016)

El uso de agroquímicos puede causar una fitotoxicidad en las plantas, donde los efectos visuales más evidentes son la necrosis, decoloración, quemaduras y deformación de las hojas, así como también efectos en el rendimiento como el peso y apariencia. Existen evidencias de que la aplicación de plaguicidas ocasiona un estrés oxidativo en las plantas lo cual ocasiona una degradación de los pigmentos y proteínas de la clorofila. Para neutralizar este fenómeno es necesario activar el sistema de defensa antioxidante de las plantas lo que involucra antioxidantes enzimáticos y no enzimáticos para de esta manera reducir el estrés oxidativo causado por la toxicidad de los pesticidas.

Algunas investigaciones han mostrado que existen consecuencias en la composición de frutos o bayas de las plantas. Por ejemplo, se menciona que se produce un menor nivel de nitrato en los productos orgánicos en comparación con el sistema convencional; el nivel de flavonoides, compuestos fenólicos, vitamina C y azúcares totales muestra un mayor valor en los frutos orgánicos. Es importante mencionar que las plantas crean compuestos fenólicos para que los tejidos de las plantas sean menos atractivos para los herbívoros, insectos y otros depredadores. En el caso de la vitamina C existe una variación del contenido pues este depende de las condiciones ambientales, pues la exposición a la luz es un factor que favorece la acumulación de ácido ascórbico (Araujo & Telhado, 2015 & Zoran et al., 2014). En cambio, se pueden producir modificaciones en el color, como el caso del rojo característico de los frutos de tomate es otorgado debido a la síntesis de carotenos, principalmente del licopeno pues es el pigmento más abundante (San Martín et al., 2012).

En los cultivos tradicionales se usan fertilizantes nitrogenados de liberación rápida, es por ello que existe una mayor cantidad de biomoléculas ricas en nitrógeno para la síntesis de aminoácidos y proteínas, proporcionando también un crecimiento acelerado del fruto (Vallverdú et al., 2011). Además, el exceso en la aplicación de nitrógeno disminuye la concentración de vitamina C. Los cultivos orgánicos se focaliza más en enriquecer el suelo, con este método los nutrientes se liberan lentamente por ello los frutos crecen despacio y la planta va a tener más tiempo para producir otros compuestos (Aubrey, 2013) "mendeley": {"formattedCitation": "(Aubrey, 2013a

Estos valores obedecen a los cambios bioquímicos naturales del fruto pues estos valores pueden cambiar durante el proceso de maduración, existe un ligero incremento de pH a partir del grado de madurez 4 pues aquí se atribuyen enzimas que promueven la acumulación de sacarosa y glucosa, lo cual provoca que en las últimas fases de maduración la concentración de a nivel vacuolar disminuya; el comportamiento variable puede deberse al aumento de la tasa respiratoria, el contenido de azúcares y pigmentos durante la maduración y senescencia (Ayala et al., 2013 & Moreno & Deaquiz, 2016).

En los vegetales con una buena nutrición donde se encuentran los microorganismos y un cultivo libre de productos químicos, se obtienen frutos y vegetales de mayor calidad con mejores cualidades organolépticas. En este sentido, la agricultura orgánica retoma las prácticas ancestrales, con un enfoque eco sistemático el cual se basa en la biodiversidad, salud del ecosistema, baja demanda de insumos externos y el desarrollo de tecnologías adecuadas. Ocasionando una gran ventaja para la seguridad alimentaria pues entre más sea el aseguramiento de la diversidad biológica, mayor será la disponibilidad de alimentos lo cual se relaciona directamente con la cultura alimentaria, ayudando también a la sustentabilidad, ya que al existir una mayor variedad de alimentos, se reduciría la escasez o pérdida del producto por el ataque de plagas (Dumani, 2016).

Los consumidores han optado por elegir alimentos orgánicos ya que existe una preocupación por el medio ambiente y por su salud (Bourn & Prescott, 2002). La agricultura libre de químicos ha ganado mucho apoyo en los últimos tiempos mostrando mayores niveles de crecimiento, pues fomenta el desarrollo de un sistema de producción de alimentos social, ecológica y económicamente sostenible (Bourn & Prescott, 2002).

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo realizar una evaluación proximal de los cultivos de tomate y mora, con a la finalidad de comprar las propiedades nutricionales entre productos obtenidos de cultivos convencional y orgánico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método de investigación propuesto para este estudio se determina como mixto por cuanto se desarrolla un análisis cualitativo y cuantitativo.

Selección de las muestras

Para la realización del presente trabajo de integración curricular se recogieron muestras del tomate (*Solanum lycopersicum*) y mora (*Rubus ulmifolius*) convencional del Mercado Mayorista de Ambato y para las muestras de los frutos de origen orgánico se trabajó con la Granja

Urkuwayku y con productores directos del proyecto de la mata a la olla como se puede observar en las figuras 1 y 2.

La muestra se caracterizó por ser un producto fresco, que no mantengan una cadena de frío, pues este puede interferir en los resultados ya que, si el producto se mantuvo en congelación, tendrá un efecto en el contenido nutricional del alimento, lo que puede provocar la pérdida de la vitamina C entre un 15 al 20%. La congelación va a existir la formación de cristales de hielo lo cual provoca que las membranas celulares se rompan.

En total el análisis contempla tres réplicas de cada ensayo. Las muestras de tomate y mora presentaron un índice de madurez de grado 5, para garantizar una mayor acumulación de sólidos solubles, ácidos, tamaño y forma característica del fruto (Ayala et al., 2013b). la selección se estableció de acuerdo al color, en el caso de las moras deben presentar un color rojo intenso con algunas drupillas de color morado, mientras que el tomate debe presentar un color rojo pálido.

Para el análisis se trabajó con el mismo estado de madurez en todos los casos ya sea de origen orgánico y con agroquímicos para ello se escogen ciertos mercados o ferias que expenden estos tipos de productos (Otzen & Manterola, 2017)

Tabla 1 Recolección de productos

Nombre del mercado o feria	Productos	Ubicación	Coordenadas
Granja Urkuwayku	Orgánicos	Quito	-0.2806851041078448, -78.40822440781676
De la mata a la olla	Orgánicos	Pelileo - Pujilí	-1.330093, -78.542975
Mercado Mayorista de Ambato	Convencionales	Ambato	-1.2696848988087557, -78.61465289392058

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que al ser un muestreo intencional las muestras se obtienen de diferentes lugares con lo cual se puede tener diferencias entre ellas debido a la ubicación geográfica y lugar de procedencia pues cada una tendrá sus características propias del sector lo cual va a ocasionar una modificación en sus propiedades pues éstos pueden verse afectados debido a factores como la región, clima, suelo, temperatura a la que se exponen, variedad, estación de siembra, intensidad lumínica, disponibilidad de agua, entre otros (Ordóñez, 2006 & Zoran et al., 2014). Sin embargo, se considera un factor excluyente la procedencia del producto, ya que las fincas orgánicas se encuentran en zonas distantes a las fincas que emplean agroquímicos. Esto se debe a que para la certificación de los productos orgánicos no debe existir posibilidad de contaminación, por ejemplo, por vía aérea que transportes residuos de pesticidas y que pueden contaminar la producción orgánica. De tal forma que, difícilmente se encuentran zonas de producción orgánicas y convencional dentro de un mismo territorio. Así también, se valoró como un factor preponderante que exista certificación orgánica en las muestras empleadas.

Para el análisis fisicoquímico se determinó el pH, acidez e índice de madurez. Los análisis físico-químicos de

los alimentos son primordiales para el aseguramiento de la calidad pues ayuda a determinar el valor nutricional y controlar el cumplimiento de ciertos parámetros, para de esta manera determinar si existe algún tipo de irregularidad (Cazar, 2016).

Para los análisis proximales se realizaron las determinaciones de cenizas, humedad, grasa, fibra, carbohidratos y proteínas, adicional a ello se determinó el contenido de vitamina A y C y en el caso del tomate la determinación de licopeno.

Para determinar la acidez titulable consideró la norma NTE-INEN-ISO 750:2013, (2013), para ello se debe triturar la muestra y tomar 10 ml de jugo, a continuación se adiciona 3 gotas de fenolftaleína como indicador para su titulación con hidróxido de sodio 0.1N. . Donde: Hidróxido de sodio consumido en la titulación (ml), Normalidad del (0.1N), constante de acidez del ácido predominante en la fruta, peso o volumen de la muestra (ml).

La determinación de sólidos solubles totales se realizó por medio de norma vigente (NTE INEN 2173, 2013), utilizando el método refracto métrico en el cual se debe triturar las muestras en estudio, filtrar y extraer el jugo, finalmente se debe lavar la celda del refractómetro digital

con agua destilada y colocar 1 o 2 gotas del jugo, para determinar el valor en .

El índice de madurez se obtiene mediante un cálculo entre la relación del valor de los sólidos solubles totales y el valor de la acidez titulable; expresado como % ácido cítrico (NTE- INEN-2427, 2016).

Para la obtención de pH se aplicó la norma (NTE INEN 1842, 2013) Así también, la determinación de cenizas se realizó por medio de la metodología de la normativa (NTE INEN 401, 2013). . Donde: Contenido de cenizas, en porcentaje de masa, Peso de la muestra, en gramos, Peso del crisol más la muestra calcinada, en gramos, Peso del crisol vacío, en gramos.

La determinación de humedad se realizó conforme a la norma vigente (NTE INEN 5537, 2014). El contenido de grasa se efectuó mediante el método (AOAC 2003.06, 2019). . Donde: peso de la muestra, peso del vaso, peso del vaso con grasa.

Para la determinación de fibra dietética total se utilizó el método no enzimático-gravimétrico (AOAC 993.21, 2005) en el cual se debe pesar 1 g de muestra aproximadamente. Por otra parte, la determinación de carbohidratos se aplicó el cálculo descrito en Lema (2020).

La determinación de proteínas se empleó el método Kjeldahl (AOAC 991.20, 1994). y . Donde: volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valora una prueba, volumen (ml) de ácido estandarizado usado para valorar el blanco de reactivo, molaridad de HCl estándar, peso atómico de N, peso (g) de la porción o estándar de prueba, factor para convertir mg/g en porcentaje, factor de conversión (6.25).

En el caso de la vitamina A se empleó el método (AOAC 2001.13, 2011). Así también, la determinación de la vitamina C se llevó a cabo mediante el método (AOAC 967.21, 2006) en la cual se debe preparar una solución de ácido ascórbico (1mg/ml). Colocar 2 ml en un matraz Erlenmeyer y agregar 5 ml de la solución extractora ácido metafosfórico-ácido acético. Luego se debe titular con 2,6-dicloroindofenol en una bureta de 50 ml hasta observar un color rosa ligero. Titular un blanco que contenga 7 ml de la solución extractora más el volumen gastado en la titulación y posterior a ello titular con 2,6-dicloroindofenol hasta obtener el color rosa. El valor que se obtiene del estándar se resta del blanco y la concentración de indofenol se expresa como mg de ácido ascórbico lo cual equivale a 1 ml de indofenol. El contenido de ácido ascórbico se calcula mediante la siguiente ecuación.

Para la determinación de licopeno se preparó un extracto realizando una extracción sólido-líquido con acetato de etilo; triturar la muestra, tomar una cantidad de 50 g agregar 40 ml de acetato de etilo, homogenizar la mezcla durante 30 segundos, agitar la mezcla a 160 durante 30 minutos, luego se decanta la mezcla en oscuridad por 2 minutos a temperatura ambiente, se extrae una alícuota de la fase orgánica y se analiza mediante espectrofotometría; la concentración de licopeno se determina a partir

de valores de absorbancia obtenidos a 472 nanómetros (Aquino, 2016 & Urbina et al., 2020). . Donde: ,

Análisis de datos

Se considera un análisis descriptivo y cualitativo de los resultados de las muestras evaluadas en el laboratorio. Para aquello se realizó un análisis estadístico de comparación de grupos mediante una descripción de los mismos; y de esta manera cotejar si existe o no diferencias significativas entre los productos de origen orgánico y con agroquímicos y posterior a ello los resultados obtenidos serán comparados con datos bibliográficos de estudios similares.

Los tomates presentan un alto valor nutricional, varios científicos aseguran que las personas que comen este alimento pueden disminuir el riesgo de contraer enfermedades peligrosas. En la Tabla 2 se presentan de manera cuantitativa las características nutricionales del tomate donde se puede ver claramente que no existe una mayor diferencia entre los cultivos estudiados pues el parámetro que presenta una diferencia clara es el contenido de vitamina C.

Tabla 2. Características nutricionales del tomate

Parámetro	Valor bibliográfico	
	Convencional	Orgánico
pH	4.15 – 4.8 3.08 – 6.39	4.15 – 4.8 3.08 – 6.39
Acidez	0.13 – 0.48	0.13 – 0.48
Índice de madurez	>16	>16
Cenizas (%)	0.5	0.5
Humedad (%)	90-95	90-95%
Grasa (%)	0.2	0.1
Proteínas (%)	0.9	0.9
Fibra (%)	1.2	1.2
Carbohidratos (%)	3.9	3.9
Licopeno (mg)	3-12	3-12
Vitamina A (ug)	<0.1	<0.1
Vitamina C (mg)	12.5	14

Fuente: (Bjarnadottir, 2019) (Cervoni, 2021) (Nutritioninfo, 2015)

A continuación, se presentan las características nutricionales de la mora de origen convencional y orgánica donde los valores son similares en ambos cultivos, de igual forma el parámetro que presenta una diferencia es el contenido de vitamina C pues la mora orgánica presenta un mayor valor según lo reportado bibliográficamente.

Tabla 3 Características nutricionales de la mora

Parámetro	Valor bibliográfico	
	Convencional	Orgánico
pH	2.98 – 3.18 2.9 – 8.2	2.98 – 3.18 2.9 – 8.2

Acidez	1.8	1.8
Índice de madurez	>4	>4
Cenizas (%)	0.55-0.6	0.55-0.6
Humedad (%)	70-90%	70-90%
Grasa (%)	0.49	0.49
Proteínas (%)	1.39	1.4
Fibra (%)	3.16	3.16
Carbohidratos (%)	13.8	14.1
Vitamina A (ug)	<0.1	<0.1
Vitamina C (mg)	12	17

Fuente: (Cervoni, 2021) (Nutritionix, 2019)

Los diferentes métodos de cultivo convencionales y orgánicos difieren mucho según la región, clima, suelo, plagas, enfermedades y factores económicos; las diferencias entre estos 2 métodos se reflejan en el fertilizante utilizado, ya sea de origen orgánico-abono, o convencional-mineral, el número de tratamientos fitosanitarios así como el tipo de pesticida aplicado (Zoran et al., 2014).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de dos cultivos de forma comparativa se enfocan en resaltar las características nutricionales que generen evidencia para la discusión sobre el potencial de los alimentos de origen orgánicos. Bajo esta perspectiva se observa en las Tablas 4 se encuentran los valores obtenidos de los análisis realizados a los tomates y las moras de los 2 tipos de cultivo.

Tabla 4. Análisis fisicoquímico del tomate y mora para los tipos de muestras analizadas

Parámetro	Tomate convencional	Tomate orgánico	Mora convencional	Mora orgánica
pH	4.37	4.4	3.12	3.18
	3.60	4.3	5.6	6.7
Acidez	0.22	0.24	1.37	1.51
Índice de madurez	16.4	18	4.09	4.44

Fuente: Elaboración propia

La valoración realizada en los productos de tomate y mora, convencional y orgánico se determinan en la Tabla 4. Se observa que los valores de pH no presentan una diferencia significativa. Así también, el valor de acidez de cada producto de forma comparativa. Por otra parte, los valores de grados Brix se presenta mayor en el caso de los productos orgánicos. además, la diferencia se observa mayor en el índice de madurez. Estas diferencias analizadas mediante el análisis fisicoquímico implican una diferencia, aunque no importante según la procedencia del producto.

Estos resultados nos ayudan a observar que es importante mencionar que las moras no tienen cantidades elevadas de almidón, por ello el contenido de SST puede estar

influenciado por la transformación de ácidos orgánicos en azúcares donde el ácido predominante de la mora es el ácido málico por lo cual existe un aumento de SST conforme a su estado de madurez; estos valores pueden variar debido a las condiciones que presenta la zona, la variedad y el grado de madurez (Moreno & Deaquiz, 2016 & Ayala et al., 2013) "ISSN": "2323-0118", "abstract": "Resumen La mora (*Rubus alpinus* Macfad.

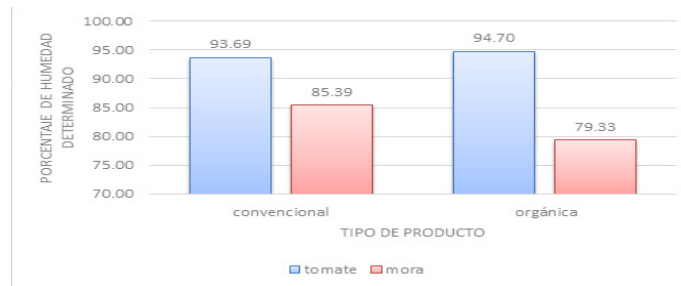


Figura 1. Porcentaje de humedad del tomate y mora en los tipos convencional y orgánica

Los resultados que se presentan indican que existe una diferencia en cuanto al tomate riñón (94,70% versus 93,69%). Sin embargo, para el caso de la mora los valores son menores significativamente para el producto de origen orgánico (79,33% versus 85,39%).

A continuación, se presentan los porcentajes de varios parámetros analizados como fueron el contenido de cenizas, grasa, proteínas, fibra y carbohidratos como se visualiza en la Figura 2 donde muestra claramente los valores y diferencias existentes entre el tomate convencional con respecto al orgánico.

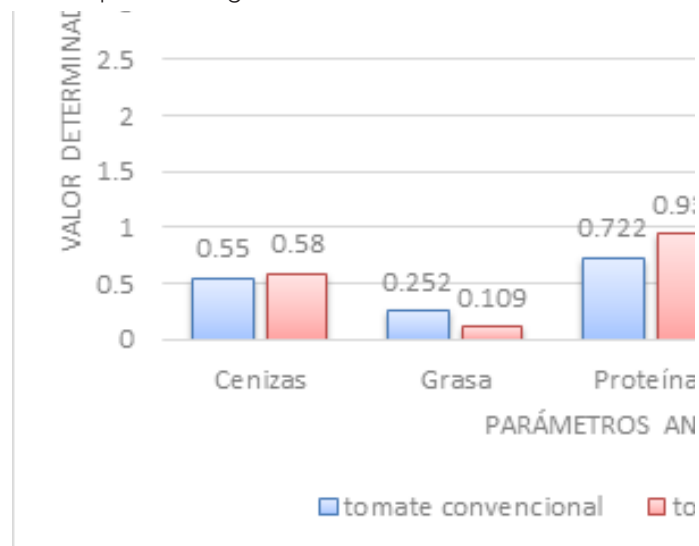


Figura 2. Propiedades nutricionales del tomate en los dos tipos de muestras elaboradas

Los resultados que se presentan en la Figura 2 indican que existe un mayor contenido de proteínas y fibra para el caso del tomate orgánico en comparación con el tomate convencional. Para grasas y carbohidratos, el tomate orgánico presenta un menor valor que para las muestras analizadas de origen convencional (2,24 y 0,109, respectivamente). El dato de cenizas no mantiene una diferencia

significativa. Esto demuestra que el contenido nutricional es mejor para el grupo de tomates orgánicos en relación a los convencionales, considerando que cuentan con menos grasa y carbohidratos y más proteína y fibra.

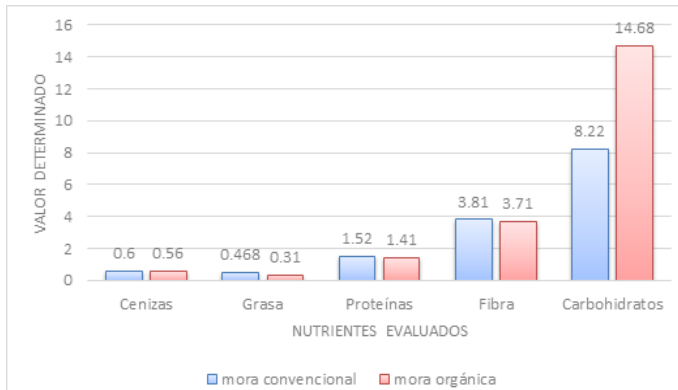


Figura 3. Propiedades nutricionales de la mora analizadas para los dos tipos de productos

En la Figura 3 se presentan los resultados para el producto de mora evaluado. Los valores del producto orgánico se presentan menores, aunque no de forma significativa, en relación con el producto evaluado convencional. Sin embargo, para el caso de los carbohidratos la mora orgánica se encuentra en un valor de casi el doble (14,68 versus 8,22) comparativamente con la mora convencional. Esta condición última otorgaría una mayor viscosidad en la mora orgánica, mejorando las características sensoriales de los subproductos.

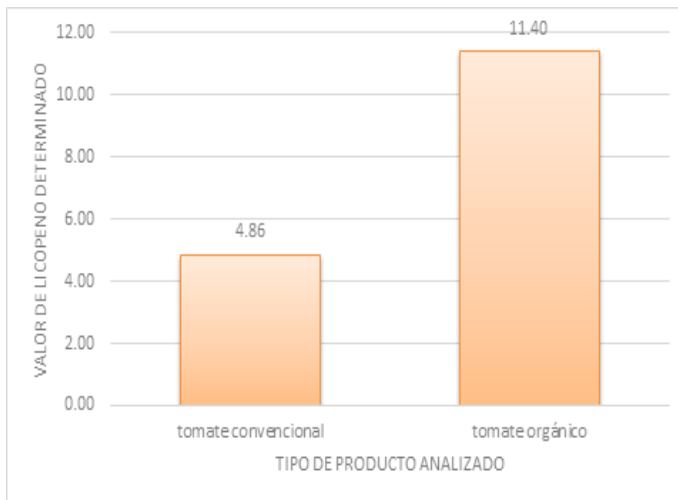


Figura 4. Valores de licopeno observados en las muestras de tomate

Dentro de las propiedades nutricionales que mantiene el tomate se considera al contenido de licopeno como uno de los atributos más importantes en este producto. Por aquello se determinó el valor en los dos tipos de muestras analizadas. Los resultados alcanzados indican que el tomate orgánico contiene alrededor de tres veces más que un tomate convencional. (11,40 versus 4,86). Esto denotaría una diferencia importante en el aporte de licopeno proveniente de productos orgánicos.

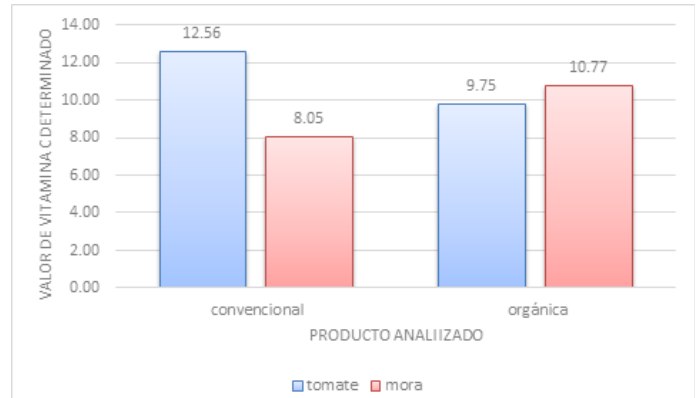


Figura 5. Valores del contenido de Vitamina C

Por otro lado, se tienen los resultados del contenido de vitamina C del tomate y la mora de origen orgánico y convencional como muestra la Figura 4. En este caso, la variación se presenta mayor para el caso del tomate convencional (12,56) de contenido de vitamina C en relación con el orgánico (9,75). Mientras que, en el caso de la mora, el producto orgánico presenta un valor mayor para el producto orgánico (10,77) versus al convencional (8,05). Este es un parámetro muy importante pues ambos alimentos poseen un alto contenido de este antioxidante.

Por otra parte, el análisis de vitamina A se presenta en la Tabla 5 para las muestras de tomate y la mora de ambos cultivares, donde no existen diferencias en su contenido.

Tabla 5 Contenido de Vitamina A para los productos analizados

Parámetro	Vitamina A (ug)
Tomate convencional	<0.1
Tomate orgánico	<0.1
Mora convencional	<0.1
Mora orgánica	<0.1

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 5 no existen diferencias en el contenido de vitamina A de los alimentos orgánicos comparados con los convencionales; lo cual concuerda con estudios realizados por (García, 2015). Esta vitamina ayuda a combatir infecciones y enfermedades ayuda en el crecimiento y es muy bueno para la vista ya que es el responsable de producir los pigmentos en la retina del ojo (Merino, 2018).

DISCUSIÓN

En el caso de la mora el pH presentó valores entre 3.12 y 3.18 para la mora convencional y orgánica respectivamente, con lo cual se puede observar que no existen diferencias significativas entre los 2 tipos de cultivo. El pH de los tomates se encuentra dentro del rango establecido como se puede visualizar en la tabla 4, estos valores coinciden con los reportados por (San Martín et al., 2012 &

Ordóñez, 2006). Los tomates analizados en dicho estudio presentan un pH promedio similar, es importante recalcar que estos valores pueden variar de acuerdo al genotipo pues puede existir valores de pH bajos de hasta 3.78 y pueden alcanzar un pH alto de 5.25 (San Martín et al., 2012). Así también, los sólidos solubles de las muestras de tomate fresco analizadas se encuentran entre 3.6 y 4.3 los valores están dentro del límite registrado por (San Martín et al., 2012). En la mora los presentaron diferencias entre los 2 cultivos pues en la mora convencional se obtuvo un valor promedio de 5.6 y en la mora orgánica se tuvo un valor de 6.7, estos se encuentran dentro del rango establecido, pues los valores de presentan un rango amplio de 2.9 a 8.2 ya que se encuentra directamente relacionado con el grado de madurez del fruto; los valores obtenidos coinciden con los reportados por Ordóñez, (2006). Se puede observar que en este parámetro existe un efecto debido al tipo de cultivo pues los alimentos de origen orgánico presenta un mayor valor a comparación de los alimentos convencionales lo cual se ajusta a lo establecido por (Ordóñez, 2006). La acidez total de los tomates no presentan diferencias significativas pues este parámetro no depende del tipo de cultivo en las muestras analizadas, obteniendo resultados similares en el estudio de (Ordóñez, 2006). Sin embargo se han encontrado una diferencia en los valores de acidez a causa de la variedad pues en otros estudios realizados con diferentes variedades de tomates se evidenció una diferencia estadística; pues los valores cambiaban de 0.27, 0.38 y 0.40 g de ácido cítrico/100 g de materia fresca coincidiendo con San Martín et al., (2012) donde mencionan que la acidez varía de acuerdo con la variedad del fruto. Para la acidez en la mora no se presentaron diferencias significativas entre los 2 tipos de cultivares como se puede observar en la tabla 10 Sin embargo, Moreno & Deaquiz, (2016)

Al analizar los resultados de los análisis proximales del tomate no se encontraron diferencias significativas en el contenido de cenizas, humedad y vitamina A. Las cenizas presentaron un valor de 0.55 y 0.58 obteniendo valores similares a los reportados por Ordóñez, (2006) donde los frutos analizados presentaron valores entre 0.45 y 0.65. Con respecto a la humedad ambos valores se encuentran dentro del rango permitido según el valor bibliográfico.

En el caso de la mora, el porcentaje de humedad presentó diferencias entre los 2 tipos de cultivo, sin embargo estos valores se encuentran dentro del rango establecido según el valor bibliográfico lo cual coincide con lo reportado por (Zafra et al., 2018). De igual forma el contenido de cenizas se encuentra dentro del valor bibliográfico y no existe una diferencia entre los 2 cultivares; los datos obtenidos se ajustan a lo informado por (Castaño & Espinosa, 2016).

Las moras contienen fibra insoluble la cual no se disuelve en agua pero ayuda a mantener una digestión saludable; los valores obtenidos en este estudio como se puede evidenciar en la figura 8 no presentan una gran diferencia y ambas se encuentran dentro del límite establecido según bibliografía lo cual corresponden al contenido adecuado

para aprovechar lo que aporta este parámetro (Fajer, 2019 & Merino, 2018).

El tomate es rico en vitamina C a pesar de ello, existe una diferencia entre el tomate convencional y el tomate orgánico pues presentan valores de 12.56 y 9.75 mg respectivamente estos valores difieren a los reportados por García, (2015) donde muestran que el contenido de vitamina C de alimentos orgánicos es más alto que los alimentos convencionales en especial los productos con hojas verdes.

La presencia de licopeno es mayor en el tomate orgánico como se puede visualizar en la Figura 4. Candelas et al., (2006) manifiesta que el contenido de licopeno varía dependiendo la etapa de maduración, por ello un producto que se encuentre en una etapa de maduración 4 alcanzará valores de 4.95 mg aproximadamente; mientras que al tener un alimento que se encuentre en una etapa de maduración 5 obtendrá valores de 11.9 mg. Este parámetro puede verse afectado debido a factores como el genotipo, condiciones ambientales y métodos de producción; se puede decir que la cáscara de los tomates orgánicos son más ricos en pigmentos que los tomates convencionales, esto debido a que el licopeno está más concentrado en la piel de las frutas orgánicas en comparación con las convencionales (Aubrey, 2013)“mendeley”:{“formatte-dCitation”:(Aubrey, 2013a. Por otro lado, se ha realizado un estudio comparativo entre dos tipos de tomate (estándar y cereza) en la cual se encontró un mayor contenido de azúcares totales, vitamina C y flavonoides totales en los frutos orgánicos (Vinha et al., 2014).

Por otro lado, los resultados muestran que los frutos obtenidos por la agricultura orgánica son más ricos en vitamina C lo cual concuerda con investigaciones realizadas por Vinha et al., (2014) quienes determinan que el mayor estrés al que se exponen las plantas puede ser la razón por la cual las moras orgánicas obtengan niveles más altos de estos compuestos pues las plantas cultivadas orgánicamente sufren de estrés por plagas y nutrientes. Por ello activan mecanismos de defensa aumentando así los niveles de ciertos compuestos en los frutos. Estudios fisiológicos indican que debido al estrés que sufren las plantas, éstas cambian la composición de sus frutos, cáscara y semillas como mecanismo de defensa (Aubrey, 2013 & Vallverdú et al., 2011).

CONCLUSIONES

El estudio genera evidencia para nuevas investigaciones que se enfoquen en resaltar la calidad nutricional de los alimentos de origen orgánico. Los resultados alcanzados permiten concluir que existen parámetros que generan una diferencia nutricional, aunque no significativa, entre los productos orgánicos y convencionales de las muestras analizadas entre tomate riñón y mora. El contenido de licopeno, así como la vitamina C determinada en este estudio representan una ventaja para los consumidores de productor orgánicos, considerando la importancia de los antioxidantes y sus propiedades de origen natural. Como tal, el estudio se ha enfocado en determinar las

diferencias mediante la aplicación de análisis proximales, los cuales podrían ampliarse tomando en cuenta los factores ambientales, genéticos, técnicas de agricultura, grado de maduración, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC 2001.13. (2011). *AOAC Official Method 2001.13 Vitamin A (Retinol) in Foods Liquid Chromatography*. 1–3.
- AOAC 967.21. (2006). *Determinación de ácido ascórbico por método de titulación*. 1999(December), 1–6.
- AOAC 991.20. (1994). *Métodos Kjeldahl : Método oficial de la AOAC*.
- AOAC 993.21. (2005). Fibra dietética total en alimentos y productos alimenticios con $\geq 2\%$ de almidón Método no enzimático-gravimétrico. *Forbes*, 687(1994), 2005–2005.
- Aquino, E. (2016). *Cambios en los compuestos presentes en berenjena (Solanum betaceum) durante su almacenamiento poscosecha a 5 ° C Citation : December*.
- Araujo, J. C., & Telhado, S. F. P. (2015). Organic Food: A Comparative Study of the Effect of Tomato Cultivars and Cultivation Conditions on the Physico-Chemical Properties. *Foods*, 4(3), 263. <https://doi.org/10.3390/FOODS4030263>
- Aubrey, A. (2013a). ¿Más pequeño pero mejor? Los tomates orgánicos pueden contener más aporte nutricional : The Salt : NPR.
- Aubrey, A. (2013b). ¿Más pequeño pero mejor? Los tomates orgánicos pueden contener más aporte nutricional.
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2013a). Physicochemical characterization of castilla blackberry (Rubus glaucus Benth) in six maturity states. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2).
- Ayala, L., Valenzuela, C., & Bohórquez, Y. (2013b). Variables determinantes de la madurez comercial en la mora de castilla (Rubus Glaucus Benth). *Scientia Agroalimentaria*, 1, 2339–4684.
- Bjarnadottir, A. (2019). *Tomatoes 101: Nutrition Facts and Health Benefits*.
- Bourn, D., & Prescott, J. (2002). A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(1), 1–34. <https://doi.org/10.1080/10408690290825439>
- Candelas, M., Alanís, M., & del Río, F. (2006). *Lycopene measurement and other carotenoids in tomato and tomato powder*.
- Castaño, E., & Espinosa, A. (2016). Determinación del valor nutricional y nutraceutico de frutos maduros del material sin espinas de Rubus glaucus Benth (mora de castilla) cultivados en el Municipio de Mistrató Risaralda. *Universidad Tecnológica de Pereira.Facultad de Tecnologías. Química Industrial*, 51.
- Cazar, I. (2016). Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales Escuela De Ciencias Químicas*, 126.
- Cervoni, B. (2021). *Datos nutricionales y beneficios para la salud del tomate*.
- Dumani, M. (2016). *Agricultura orgánica y seguridad alimentaria y nutricional*.
- Fajer, S. (2019). *Propiedades y beneficios de las moras: valores nutricionales de una fruta rica en antioxidantes*.
- García, A. (2015). *Determinación de las diferencias entre los alimentos orgánicos y transgénicos: una mirada desde su composición nutricional y sus políticas de calidad*.
- Gomes, H., Menezes, J., da Costa, J., Coutinho, H., Teixeira, R., & do Nascimento, R. (2020). A socio-environmental perspective on pesticide use and food production. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2020.110627>
- Lavelle, P. (2016). *5 riesgos al utilizar productos con químicos*.
- Lema, D. (2020). *Desarrollo de una premezcla a base de matrices alimentarias andinas como suplemento alimenticio*. (Vol. 21, Issue 1). Universidad Técnica de Ambato.
- Merino, P. (2018). *La mora, la fruta que debes incluir en tu dieta*.
- Moreno, B., & Deaquiz, Y. (2016). Physico-chemical characterization parameters in fruit blackberry (Rubus alpinus Macfad). *Acta Agron*, 65(2), 130–136. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45587>
- NTE- INEN-2427. (2016). Ecuatoriana Nte Inen 2427. *Inen*.
- NTE-INEN-ISO 750:2013. (2013). *NTE INEN-ISO 750:2013: Productos vegetales y de frutas - Determinación de la acidez titulable (IDT)*. 1998, 1–5.
- NTE INEN 1842. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana: Productos vegetales y de frutas, determinación de pH*. 1991.
- NTE INEN 2173. (2013). *NTE INEN-ISO 2173: Productos vegetales y frutas - determinación de sólidos solubles - método refractométrico (IDT)*. 2003, 2–5.

- NTE INEN 401. (2013). *Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 401 : 2013*. 1–6.
- NTE INEN 5537. (2014). *Determinación del contenido de humedad (MÉTODO DE REFERENCIA)*.
- Nutritioninfo. (2015). *Tomates orgánicos | Información nutricional y calórica*.
- Nutritionix. (2019). *Calorías en Moras, Orgánicas de Bayas Frescas Molidas*.
- Ordóñez, L. (2006). *Estudio comparativo de las características físico-químicas, nutricionales y microscópicas de tomate (Lycopersicon esculentum mill.) procedente de cultivo ecológico y convencional, en fresco y tras la obtención de triturados, y de diferentes derivados come*.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Parween, T., Jan, S., Mahmooduzzafar, S., Fatma, T., & Siddiqui, Z. H. (2016). Selective Effect of Pesticides on Plant--A Review. *Wasmania Aropunctata Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(1), 160–179. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.787969>
- Princy, A. J. (2020). *Agrochemicals – Everything you Need to Know About Them*. Research Dive.
- San Martín, C., Ordaz, V., Sánchez, P., Colinas, M., & Borges, L. (2012). *Tomato (Solanum lycopersicum L.) quality produced in hydroponics with different particle sizes of Tezontle*.
- Singh, D., Kumar, S., Modi, A., Kumar, P., Zhimo, Y., & Kumar, A. (2020). *Impacts of agrochemicals on soil microbiology and food quality*. 101–116. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00004-0>
- Ulibarry, P. G. (2019). *Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana*. 1–2.
- Vallverdú, A., Medina, A., Casals, I., Amat, M., & Lamuela, R. (2011). A metabolomic approach differentiates between conventional and organic ketchups. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21), 11703–11710. <https://doi.org/10.1021/JF202822S>
- Vinha, A. ., Barreira, S., Costa, A., Alves, R., & Oliveira, B. (2014). Organic versus conventional tomatoes: Influence on physicochemical parameters, bioactive compounds and sensorial attributes. *Food and Chemical Toxicology*, 67(2010), 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2014.02.018>
- Zafra, Q., Cruz, N., Delgadillo, A., Alanís, E., Añorve, J., Quintero, A., Castañeda, A., & Ramírez, E. (2018). Organic Acids, Antioxidants, and Dietary Fiber of Mexican Blackberry (*Rubus fruticosus*) Residues cv. Tupy. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5950761>
- Zoran, I. S., Nikolaos, K., & Ljubomir, Š. (2014). Tomato Fruit Quality from Organic and Conventional Production. *Organic Agriculture Towards Sustainability*. <https://doi.org/10.5772/58239>

ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y VARIABILIDAD DE LA PRECIPITACIÓN EN LAS CUENCAS NOROESTE DEL ECUADOR

ANALYSIS OF TRENDS AND VARIABILITY OF PRECIPITATION IN THE NORTHWESTERN BASINS OF ECUADOR

Luis Matailo-Ramírez^{1,2*}

E-mail: lmatailo2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8306-9470>

Richard Omar Ramirez-Vargas³

E-mail: richard.ramirezvargas@upse.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9340-3085>

Stefany Karelis Mereci-Pinza⁴

E-mail: stefany.mereci.58@est.ucacue.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1086-6149>

¹Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador.

²Semillero de Investigación en Fitotecnia (SINFIT)

³Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador.

⁴Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Matailo-Ramírez, L., Ramirez-Vargas, R. O., Mereci-Pinza, S. K. (2023). *Análisis de tendencias y variabilidad de la precipitación en las Cuencas Noroeste del Ecuador*. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 107-113. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

Examinar las alteraciones en la oferta hídrica asociadas a la variabilidad climática, es de gran importancia para ajustar adaptaciones frente a los cambios actuales y futuros, para esto se requiere comprender cambios históricos espacio-temporales en el patrón regional de lluvias. Es por ello que, se analizaron las tendencias y la variabilidad de la precipitación (1980-2015) en escalas de la lluvia anual y mensual; mediante la aplicación de las pruebas no-paramétricas de Mann-Kendall y Cusum en 20 estaciones pluviométricas, pertenecientes de las cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar ubicada al extremo nor-oeste del territorio ecuatoriano. En los resultados, la precipitación anual tuvo tendencias significativas en el test EMK en la estación (M0001) y saltos en la media anual para las estaciones (M0301 y M0345) aplicando el test de cusum, la precipitación mensual no presentó significancia para ninguno de los 2 test aplicados, con respecto a la variabilidad se encontró que la mayoría de las estaciones presentan una mayor precipitación a mayor altitud esto se debe a el efecto Foëhn siendo este uno de los factores más importantes que determinan las características climáticas las cuencas, concentrándose las mayores precipitaciones en las regiones de mayor altitud.

Palabras clave:

Precipitación, Mann-kendall, Cusum, Estaciones.

ABSTRACT

Examining alterations in water supply associated with climate variability is of great importance for adjusting adaptations to current and future changes, which requires understanding historical spatio-temporal changes in the regional rainfall pattern. For this reason, the trends and variability of precipitation (1980-2015) in annual and monthly rainfall scales were analyzed through the application of non-parametric Mann-Kendall and Cusum tests in 20 rainfall stations, belonging to the basins of the Esmeraldas, Mira and Cañar rivers located in the extreme northwest of the Ecuadorian territory. In the results, the annual precipitation had significant tendencies in the EMK test at station (M0001) and jumps in the annual mean for stations (M0301 and M0345) applying the Cusum test, the monthly precipitation did not present significance for any of the 2 tests applied, With respect to variability, it was found that most of the stations have higher precipitation at higher altitudes, this is due to the Foëhn effect, which is one of the most important factors that determine the climatic characteristics of the basins, concentrating the highest precipitation in the regions of higher altitude.

Keywords:

Precipitation, Mann-kendall, Cusum, Seasons.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad y el cambio climático (VCC) cada día están teniendo fuertes repercusiones sobre múltiples variables meteorológicas estimulando cambios en la precipitación que afectan directamente la disponibilidad hídrica que está fuertemente ligada a sequías donde paralelamente se generan problemas en los recursos naturales como la degradación de suelos y por lo tanto la pérdida de biodiversidad, efectos conocidos conjuntamente como desertificación, que se están presentando con mayor intensidad y frecuencia como resultado del cambio climático y conjuntamente con las actividades antropógenas generan más extremos los eventos atmosféricos. Así mismo, la planificación de acciones que minimicen esos impactos requieren del análisis y detección de las modificaciones históricas sobre las características espaciales y temporales en el régimen pluviométrico (Matailo-Ramirez et al., 2019; García Rengifo & Durán-Ballén, 2023).

Estudiar la variabilidad del clima regional es de fundamental importancia, ya que de aquí se puede planificar el manejo de recursos naturales de un país; sin embargo, evaluar la variabilidad climática y los mecanismos que producen los cambios es muy complicado. La forma más fácil de analizar e interpretar el clima promedio de una región es en términos de medias anuales o estacionales de temperatura y/o precipitación (Villegas et al., 2021). Se han divulgado numerosos informes acerca del VCC en hidrología y ciencias atmosféricas, donde se utilizan principalmente técnicas para examinar tendencias y cambios en la estacionariedad con el objetivo de detectar patrones generales en la media y la variabilidad de las series temporales. (Campos-Aranda, 2019). A escala regional, la precipitación se caracteriza por presentar una alta variabilidad espaciotemporal y se desconoce la existencia de cambios por tendencias y estacionariedad, dada la creciente preocupación por la incidencia de VCC. Además, en la zona Sur del Ecuador donde se ubica la Cuenca Esmeraldas tiende la necesidad de este tipo de estudios, dado que se muestra un aumento gradual del número de fenómenos climáticos, en particular de inundaciones, sequías y temperaturas extremas.

Recientemente se ha acumulado enorme evidencia de que el clima en Ecuador exhibe fluctuaciones distintas a los registrados años atrás. En 2018, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología catalogó el mes de abril como uno de los meses más secos en los últimos 30 años, siendo Manabí una de las provincias más afectadas con una pérdida de producción de al menos 49 000 hectáreas de maíz lo que generó pérdidas de inversión de USD\$ 1500 por hectárea (Matailo-Ramirez et al., 2019).

Es crucial evaluar cualquier posible alteración en los patrones de lluvia ya que la precipitación juega un papel fundamental en la gestión de los recursos naturales, esto se debe a que controla una amplia gama de actividades económicas, desde la agricultura y la ganadería hasta la explotación forestal, y puede incluso afectar al comportamiento y desarrollo social (Hidalgo, 2017). El interés actual por comprender las causas de la variabilidad climática se debe a la creciente conciencia de que el clima está cambiando y de que estos cambios pueden tener efectos significativos en la sociedad y el medio ambiente. Para entender mejor estos cambios y predecir sus efectos, es necesario examinar las tendencias a largo plazo de las variables climáticas, como la temperatura y las precipitaciones, y analizar cómo estas tendencias pueden estar relacionadas con factores como las emisiones de gases de efecto invernadero y la actividad humana en general. En resumen, analizar las tendencias de las series de variables climáticas es una herramienta crucial para comprender y abordar el cambio climático (Lopez et al., 2021).

En consecuencia, el test estadístico no paramétrico de Mann-Kendall, junto con el test de Cusum, se han empleado con frecuencia para evaluar la significancia y cambios en las tendencias de las series temporales hidrometeorológicas. La principal ventaja de este método, en comparación con otras técnicas paramétricas, es su capacidad para manejar distribuciones que no siguen una distribución normal, lo cual es común en las series hidroclimáticas. Es por ello que en este estudio se presenta la aplicación de esos 2 test para estimar los saltos y tendencias en la precipitación entre 1990 y 2015, a escalas anual y mensual según el régimen bimodal con dos períodos lluviosos y dos períodos secos durante el año (Farfán Portilla, 2018; Maldonado et al., 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Las cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar están ubicadas al extremo nor-este del territorio nacional ecuatoriano, comprendidas por las provincias de Esmeraldas en la zona costera, Carchi e Imbabura en la zona Andina (Figura 1). El sistema hidrográfico de Esmeraldas cuenta con un área de 32,043 km² compuesta por más de 30 ríos, siendo el río Esmeraldas el de mayor flujo principal con 236 km, y contando con una superficie de cuenca dentro del Ecuador 21,673 km² y escorrentía media multianual de 28,677 hm³, la cuenca del río Mira cubre una extensión de 6,538 km².

El Modelo Digital de Elevación (DEM) suministrado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio

(NASA) a través de la Misión de Radar Topográfico del Transbordador Espacial (SRTM), permite visualizar la accidentada topografía de la zona (<https://srtm.usgs.gov/index.html>). Los datos SRTM están disponibles con una resolución aproximada de 90 metros. La cuenca del río Esmeraldas nace tras la unión de los ríos Canande, Guayllabamba, que recorren parte de la provincia de Pichincha, y Quinindé formado por la unión de ríos Manabitas y Pichinchano que a su vez desemboca en el puerto de Esmeraldas, La cuenca del río Mira nace en la laguna de Culebrillas con el nombre de San Antonio, y desemboca en el golfo de Guayaquil. La relevancia del área de estudio para esta investigación se debe no solo a su complejidad orográfica, sino también a que desde el año 2011 se ha registrado un cambio del 0,2% en la cobertura forestal, con una pérdida promedio anual de 31,250 hectáreas de bosque. Este cambio se ha convertido en una de las principales causas que contribuyen a la intensificación de la variabilidad climática en la región, junto con otros factores.

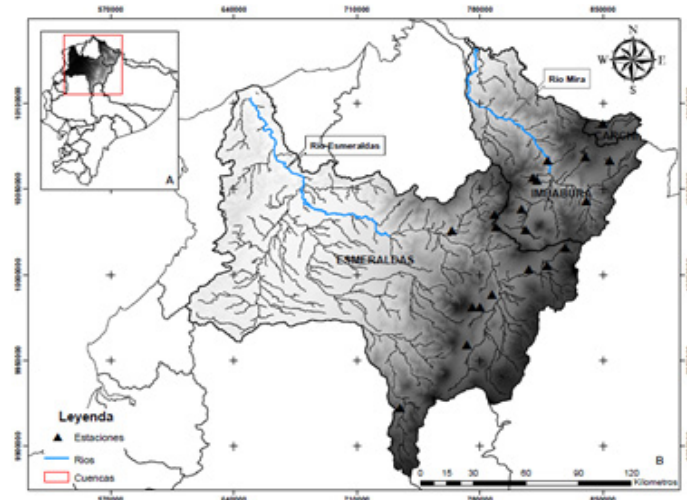


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio A) Mini mapa de ubicación de las Cuencas de estudio en el Mapa del Ecuador, B) Cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar con sus respectivas estaciones de estudios

Dentro del contexto de esta investigación, se recolectó información sobre la precipitación a nivel mensual utilizando datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI) de 20 estaciones pluviométricas ubicadas en las cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar. La serie temporal se registra a escala mensual y abarca un período promedio de 30 años, desde 1980 hasta 2015. Se excluyeron del análisis aquellas estaciones que presentaron un porcentaje de datos faltantes superior al 30%. Los detalles se pueden encontrar en la Tabla 1.

Tabla 1. Estaciones pluviométricas seleccionadas de las Cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar serie 1980-2015

Código	Nombre	Altitud
		msnm
M0001	INGUINCHO	3140
M0003	IZOBAMBA	3058
M0023	OLMEDO-PICHINCHA	3120
M0024	QUITO INAMHI-INNAQUITO	2789
M0102	EL ANGEL	3000
M0103	SAN GABRIEL	2860
M0105	OTAVALO	2550
M0107	CAHUASQUI-FAO	2335
M0301	FF CC CARCHI	1280
M0308	TUFINNO	3418
M0312	PABLO ARENAS	2340
M0315	PIMAMPIRO	2090
M0325	GARCIA MORENO	1950
M0328	HDA.LA MARIA-ANEXAS(LETCIA)	2600
M0345	CALDERON	2645
M0357	CANAL 10 TV.	3780
M0359	CAYAMBE	2840
M0363	SIGCHOS	2880
M0909	GUALSAQUI	2710
M1094	TOMALON-TABACUNDO	2790

Fuente: Elaboración propia

Análisis exploratorio de los datos (AED)

Antes de utilizar los diferentes métodos de completación de datos, se realizó el AED a las 38 estaciones seleccionadas en un inicio como operativas y completas, este análisis de la base de datos fue realizado en el programa R studio <https://www.r-studio.com/es/>, usando el package 'outliers' con la finalidad de entender mejor las características y patrones de la precipitación. Este tipo de análisis se utiliza para identificar posibles patrones estacionales o tendencias a largo plazo en la precipitación, así como para detectar valores atípicos o errores en los datos.

Método de regresión lineal

Hay varios enfoques para completar datos faltantes de precipitación. En este estudio, se aplicó el método de regresión simple para rellenar los datos faltantes de cada estación pluviométrica que cumplió el criterio de tener menos del 30% de datos faltantes en total. Se utilizó el

método de regresión lineal simple, que es uno de los métodos más comunes para la estimación de datos mensuales y anuales. Este método consiste en calcular los valores faltantes a través de una línea de regresión que relaciona los valores observados con los valores faltantes. Se requiere establecer una regresión y correlación lineal con la estación patrón consistente, mediante una ecuación lineal de dos variables:

$$y=a+bx \quad (1)$$

Donde; y es la precipitación estimada, x es la precipitación de la estación patrón, y, a y b son las constantes de la regresión lineal.

A través del coeficiente de correlación (R) se determina la mejor estación vecina más cercana como patrón (De Souza et al., 2022).

Para la prueba de homogeneidad y regionalización se utilizó el método del vector regional (MVR) (Arriola et al., 2022). El MVR consiste en crear una estación ficticia (vector regional, VR) de todas las estaciones de la zona, que se compara con cada estación; la crítica de los datos de cada estación es a partir de las desviaciones relativas y el coeficiente de correlación con respecto al VR. Se pudo determinar un VR con estaciones homogéneas, las cuales fueron utilizadas para la completación de datos faltantes de la serie (Figura 2 A y B).

Evaluación de tendencias

Luego del análisis exploratorio de cada serie de precipitación, se determinaron las tendencias a escala anual y mensual utilizando el test no paramétrico Estacional de Mann-Kendall (EMK), que fue propuesto y descrito por Hirsch et al., (1982). Este test es una modificación de la prueba de Mann y Kendall y es útil para su utilización con datos que presenten una componente estacional, como los datos climatológicos (Marquez et al., 2022). Se consideró la hipótesis nula de que no hay tendencia en la serie (estable en media), mientras que la hipótesis alternativa plantea la existencia de una tendencia en la serie con un nivel de confianza del 90%, 95% y 99%. El test de Cusum, un método paramétrico, también se utilizó posteriormente para medir saltos o cambios en la información.

Los cálculos se realizaron con el software libre TREND <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-tools/trend-analysis>, TREND está diseñado para facilitar las pruebas estadísticas de tendencias, cambios y aleatoriedad en datos hidrológicos y de otras series de tiempo. TREND tiene 12 pruebas estadísticas, basadas en el Taller de expertos de la OMM / UNESCO sobre detección de tendencias / cambios y en la publicación del CRC para la hidrología de cuencas hidrográficas (Pérez-Ortiz et al., 2022).

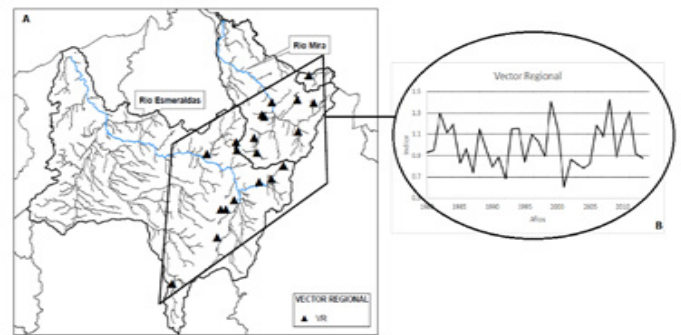


Figura 2. Vector Regional. A) Homogenización de la precipitación para las 20 estaciones de estudio mediante la aplicación del vector regional (VR) B) VR para estaciones que representa la región homogénea entre estaciones

Relación entre elevación y precipitación

La topografía del terreno tiene una gran influencia en la cantidad de precipitación que se recibe en una determinada zona. Cuando la elevación del terreno es alta, es común que se produzca un aumento local en la cantidad de precipitación que se registra en esa área, al provocar la ascensión de las masas de aire saturadas de vapor de agua (Lapa Pocomucha, 2019). En otros estudios se han utilizado técnicas avanzadas, como la regresión lineal múltiple y las técnicas geoestadísticas, para determinar la relación entre las variables. Sin embargo, en este estudio se optó por utilizar la regresión lineal, considerando que las estaciones pluviométricas se encontraban cercanas entre sí (Padial-Iglesias et al., 2022).

Estacionalidad y Estacionaridad

En este análisis, se utilizó el coeficiente de variación estacional (CVs) y el coeficiente de variación interanual (CVi) para cuantificar la estacionalidad de la precipitación. Además, se estableció una relación entre la variabilidad estacional e interanual (CVs/CVi) con el fin de determinar qué tipo de variabilidad es más destacada en las cuencas de estudio (Luna-Romero et al., 2018).

En este estudio, se empleó la prueba de tendencia junto con el método de Kriging para analizar la estacionaridad de la precipitación. Se utilizó el coeficiente de Pearson, que es una técnica paramétrica que mide la correlación lineal entre las variables, así como el coeficiente de Mann-Kendall (M-K), una técnica no paramétrica que se basa en la probabilidad de rango del orden de ocurrencia de los datos. El coeficiente de M-K es considerado una herramienta útil para el análisis de tendencias en series climáticas (Ferreira et al., 2021).

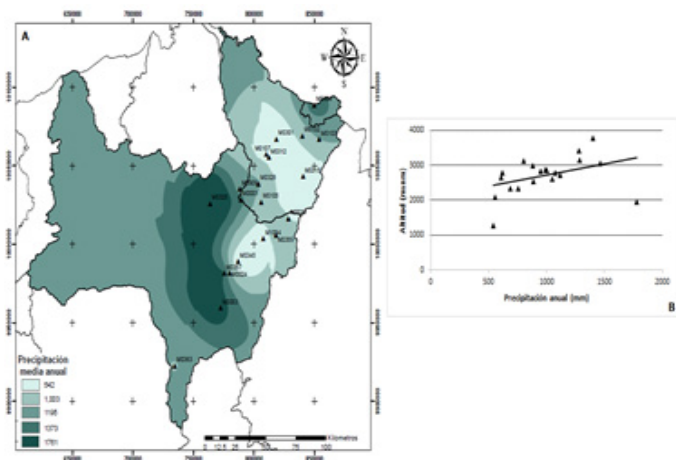


Figura 3. Disposición geográfica de la precipitación y su relación entre la elevación y la cantidad de precipitación en la región hidrográfica de los ríos Esmeraldas, Mira y Carchi. A) Precipitación media anual distribuida espacialmente por el método de Kriging, B) Relación entre la altitud (msnm) y la lluvia total anual (mm de las 20 estaciones pluviométricas mencionadas)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Al obtener los resultados del test EMK en los registros de la precipitación mensual entre los años de 1980-2015, no se encontraron cambios significativos en ninguna de las estaciones descritas en este estudio además tampoco se encontró significancia en los saltos de la media mediante el test de cusum.

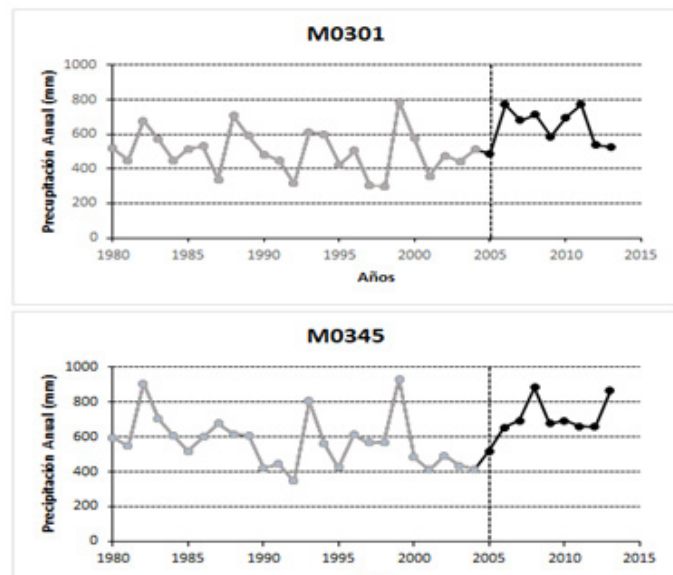


Figura 4. Saltos en la media de datos Anuales en la precipitación, estaciones M0301 y M0345 presentaron cambios en el año 2005

Al momento de analizar la precipitación a escala anual se detectaron cambios significativos al 90% en el test EMK para la estación M0001, con respecto a los cambios en la media de precipitación, 2 estaciones (10 % del total) presentaron cambios significativos mediante el test de

cusum en particular se ha observado una tendencia al aumento de la precipitación anual con un promedio de 50,88 mm/año, y esta tendencia ha sido significativa con un nivel de confianza del 95%. Estudios previos realizados por Hoffmann et al., (1997) sobre las tendencias asociadas al cambio climático en Sur América muestran que esta tendencia es coherente con los valores de la tensión de vapor y la precipitación que se han incrementado al norte de los 40°S desde 1940.

La relación entre la variabilidad estacional e interanual (CVs/CVi) reveló una gran variabilidad en la distribución de las precipitaciones en la zona del VR, donde en algunas estaciones como M0023, M0103, M0315 y M0359 la variabilidad estacional fue de dos a tres veces mayor que la variabilidad interanual. Por otro lado, las estaciones M0001 y M0102 presentaron una distribución de precipitaciones más uniforme, con menor variabilidad estacional en comparación con la variabilidad interanual.

La Figura 5B representa la precipitación anual promedio de las cuencas de estudio, la cual se obtuvo mediante la técnica de interpolación de Kriging. Aunque la línea de tendencia muestra una disminución en la precipitación, la prueba de Mann-Kendall no arrojó resultados significativos, lo que indica que la tendencia observada no es estacionaria.

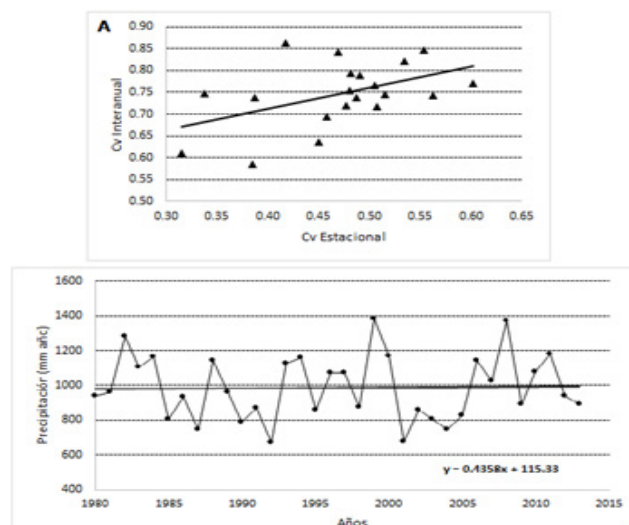


Figura 5. Estacionalidad y estacionariedad, A) Correlación entre la variabilidad interanual y estacional de la precipitación., B) Evolución de la precipitación interanual de las cuencas de la zona noroeste del Ecuador

La Figura 3A muestra que la variabilidad espacial de la precipitación anual media en las cuencas de Esmeraldas, Mira y Cañar es muy heterogénea. Todas las estaciones se encuentran a una altitud de más de 1000 metros sobre el nivel del mar, y algunas estaciones que se encuentran por encima de los 3000 metros sobre el nivel del mar, como M0001, M0003, M0308 y M0357, registraron altos valores de lluvia, entre 1287 y 1400 mm por año, a excepción de la estación M0325, que se encuentra a 1950 metros sobre el nivel del mar y registra la precipitación más alta con 1776 mm por año.

Algunas de las estaciones ubicadas en la región andina registraron una menor cantidad de precipitación debido a que se encuentran rodeadas por altas montañas, especialmente hacia el este. Entre ellas se encuentran la estación M0301 (1280 m.s.n.m.) con 536,58 mm. año-1, M0315(2090 m.s.n.m.) con 552,21 mm. año-1, M0345 (2645 m.s.n.m.) con 604,82 mm. año-1, M1094(2790 m.s.n.m.) 618,14 mm. año-1 y M0107 (2335 m.s.n.m.) con 685,90 mm. año-1, tal como se muestra en la Figura 1A.

Es necesario precisar que, en la zona norte y noroeste de las cuencas, donde presenta territorios de mayor altitud, la influencia mediterránea está atenuada, determinando el relieve, la disminución de las temperaturas y un ligero aumento de las precipitaciones concordando con el estudio de Gil et.al., (2011) esto debido a que los vientos dominantes del oeste, generan un cierto efecto Foëhn siendo este uno de los factores más importantes que determinan las características climáticas las cuencas, concentrándose las mayores precipitaciones en las regiones de mayor altitud.

CONCLUSIONES

El presente trabajo estudio las tendencias y variabilidad de datos de precipitaciones a escalas mensuales y anuales presentes en las Cuencas de los ríos Esmeraldas, Mira y Cañar. Primero identifiqué una zona homogénea mediante el vector regional (VR), donde todas las estaciones estaban ubicadas en la región Andina por encima de los 1000 m.s.n.m y la mayoría de estas presentaban un aumento en las precipitaciones además se pudieron identificar tendencias significativas solo a escala anual en el test EMK , así como respectivos saltos en la media de la precipitación anual representando el 10 % que corresponden a 2 estaciones (20 del total) de las estaciones totales a una escala anual, a escala mensual no se presentaron tendencias significativas para ninguno de los 2 test aplicados , definiendo así que la información presente es moderadamente heterogénea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arriola, G., Idrogo, C., Marín, N., Piedra, J., & Villegas, L. (2022). Evaluación de la agresividad climática y concentración de precipitaciones en la cuenca Chancay-Lambayeque , Perú. *Revista Politécnica*, 50(2), 15–22. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v50n2/2477-8990-rpolit-50-02-00015.pdf>
- Campos-Aranda, D. F. (2019). Non-stationary frequency analysis by linear regression and LN31, LP31 y GVE1 distributions. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 10(6), 57–89. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2019-06-03>
- De Souza, V. A. S., Moreira, D. M., Filho, O. C. R., Rudke, A. P., Andrade, C. D., & De Araujo, L. M. N. (2022). Spatio-temporal analysis of remotely sensed rainfall datasets retrieved for the transboundary basin of the Madeira River in Amazonia. *Atmosfera*, 35(1), 39–66. <https://doi.org/10.20937/ATM.52783>
- Farfán Portilla, F. (2018). Agroclimatología del Ecuador. In E. U. Abya-Yala (Ed.), *Universidad Politécnica Salesiana* (Vol. 5, Issue 1). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17047>
- Ferreira, F. L. V., Rodrigues, L. N., da Silva, D. D., Teixeira, D. B. d. S., & de Almeida, L. T. (2021). Time Series Trends of Streamflow and Rainfall in The Santo Antônio River Basin, Brazil. *Engenharia Agrícola*, 41(1), 47–55. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v41n1p47-55/2021>
- García Rengifo, C. A., & Durán-Ballén, S. (2023). Variabilidad climática en la cuenca hidrográfica del río Chalpi Grande en Napo-Ecuador. *Enfoque UTE*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.872>
- Gil, S., & López, F. (2011). Tendencia de las precipitaciones y temperaturas en una pequeña cuenca fluvial del sureste peninsular semiárido. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 56, 349–371. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3722509>
- Hidalgo, M. (2017). Variabilidad climática interanual sobre el Ecuador asociada a ENOS. *CienciAmérica*, 6(2), 32–37. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/367/3671559006/html/index.html>
- Hirsch, R. M., Slack, J. R., & Smith, R. A. (1982). Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resources Research*, 18(1), 107–121. <https://chnep.wateratlas.usf.edu/upload/documents/Techniques-of-Trend-Analysis-for-Monthly-Water-Quality-Data.pdf>
- Hoffmann, J. A., Nuñez Silva, E., & Vargas, Wasmannia Auro-punctata M. (1997). Temperature, humidity and precipitation variations in Argentina and the adjacent sub-antarctic region during the present century. *Meteorol. Zeitschrift*, N.F, 6, 3–11.
- Lapa Pocomucha, A. Y. (2019). Análisis Del Comportamiento Temporal De La Precipitación Durante La Estación De Verano En La Provincia De Candarave, Departamento De Tacna Periodo (1965 – 2010). In *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3012443>
- Lopez, N., Marquez, A. M., & Guevara, E. (2021). Predicción espacio-temporal del balance hídrico en la cuenca del río Urama, Venezuela. *Dyna*, 88(217), 58–67. <https://doi.org/10.15446/dyna.v88n217.88222>
- Luna-Romero, A., García-Batista, R., Uriguen, P., & Vega, F. (2018). Importancia económica de los servicios ecosistémicos de los humedales: La Tembladera. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 40–48.

- Maldonado, T., Alfaro, E. J., & Hidalgo, H. G. (2021). Análisis de los conglomerados de precipitación y sus cambios estacionales sobre América Central para el período 1976-2015. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 28(2), 337–362. <https://doi.org/10.15517/rmta.v28i2.42322>
- Marquez, A. M., Guevara Pérez, E., Pérez Pacheco, S. A., & Buroz Castillo, E. (2022). Spatio-temporal prediction of water production in basins without records. *Dyna*, 89(220), 110–120. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n220.95985>
- Matailo-Ramirez, L. M., Luna-Romero, A. E., Cervantes Alava, A. R., & Vega Jaramillo, F. Y. (2019). Sequias: Efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, III, 154–162. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/331>
- Orozco, O. L. P., Escobar, Y. C., & Angel, M. Q. (2011). Estudio de tendencias de la precipitación mensual en la cuenca alta-media del río Cauca, Colombia. *DYNA (Colombia)*, 78(169), 112–120. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000500013
- Padial-Iglesias, M., Pons, X., Serra, P., & Ninyerola, M. (2022). Does the gap-filling method influence long-term (1950–2019) temperature and precipitation trend analyses? *GeoFocus Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de La Información Geográfica*, 5–33. <https://doi.org/10.21138/gf.773>
- Pérez-Ortiz, M. A., Montenegro-Murillo, D. D., & Vargas-Franco, V. (2022). Analysis of the influence of climatic variability on precipitation in the Cali River basin, Colombia. *DYNA (Colombia)*, 89(221), 168–177. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n221.101607>
- Villegas, O. C., Muro-Pérez, G., Jurado, E., Flores, J., Castañeda-Gaytan, J. G., Aguirre, O., & Sánchez, J. (2021). Trends of climate change at the mid-low Nazas-Aguanaival inland basin based on a geographical approach. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(3), 1–10. <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2704>

COMPORTAMIENTO DE *MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET EN CLONES INIVIT PB-2012, INIVIT PV 06 30SBEHAVIOR OF *MYCOSPHAERELLA FIJIENSIS* MORELET IN CLONES INIVIT PB-2012, INIVIT PV 06 30

Abel Bellas Hernández
E-mail: abelbellas@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9559-0415>
Yhosvanni Pérez Rodríguez
E-mail: yprodriguez@ucf.edu.cu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2078-8961>
Enrique Casanovas Cosio
Email: ecasanova@ucf.edu.cu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>
Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Bellas Hernández, A., Pérez Rodríguez, Y., Casanovas Cosio, E. (2023). Comportamiento de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en los clones Inivit PB-2012, Inivit PV 06 30 en la finca Punta las Cuevas, municipio Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 114-119. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la finca Punta Las Cuevas del municipio de Cienfuegos, provincia del mismo nombre. En un área de 1914 m², con la finalidad de evaluar el comportamiento del hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en los clones INIVIT PB-2012 e INIVIT PV 06 30. Para la evaluación se establecieron dos tratamientos, uno para INIVIT PB-2012 y otro para INIVIT PV 06 30 con quince repeticiones, cada uno sembrado a un marco de plantación de 2 m x 2 m. Las variables evaluadas en este trabajo para ambos clones fueron altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas activas y número de hojas enfermas. Todas las variables en función de analizar el comportamiento del hongo *M. fijiensis* en los clones. Los datos fueron procesados estadísticamente a través del software SPSS versión 21. Posteriormente se desarrolló un manejo para el hongo de una forma viable y ecológica. El mismo está enfocado en medidas preventivas y curativas en las que no se aplican fungicidas químicos y la fertilización se realizó con materia orgánica. El experimento mostró que el clon más tolerante y con más posibilidades de adaptabilidad entre los dos fue el INIVIT PB-2012.

Palabras clave:

Hongo, manejo y Sigatoka negra.

ABSTRACT

This work was carried out on the Punta Las Cuevas farm in the municipality of Cienfuegos, province of the same name. In an area of 1914 m², in order to evaluate the behavior of the *Mycosphaerella fijiensis* Morelet fungus in the INIVIT PB-2012 and INIVIT PV 06 30 clones. They were planted for the first time on the farm. For the evaluation, two treatments will be followed, one for INIVIT PB-2012 and another for INIVIT PV 06 30 with fifteen repetitions, each planted in a planting frame of 2 m by 2 m. The variables evaluated in this work for both clones were plant height, stem thickness, number of active leaves, and number of diseased leaves. All the variables based on analyzing the behavior of the fungus *M. fijiensis* in the clones. The data was statistically processed through the SPSS version 21 software to obtain greater precision in the study. The results show similarities in some variables with different authors but not in other variables. Subsequently, a management for the fungus was established in a viable and ecological way. It is focused on preventive and curative measures in which chemical fungicides are not applied and fertilization is done with organic matter. The experiment showed that the most tolerant clone and with the most possibilities of adaptability between the two was the INIVIT PB-2012.

Keywords:

Fungus, management, Sigatoka Negra.

INTRODUCCIÓN

El plátano o banano es un alimento básico y un producto de exportación, contribuye a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleo a las poblaciones rurales (Molina, 2013). En la actualidad, los bananos constituyen el primer producto globalizado del mundo moderno y siguen siendo la fruta más exportada, los más consumidos y uno de los principales productos que conforman el movimiento diario en el mercado internacional (Crawford y Kueffner, 2020). En Cuba, el cultivo de bananos y plátanos es fundamental para lograr el equilibrio de productos en el mercado y por constituir un renglón estratégico de elevada prioridad dentro del programa alimentario nacional (Socorro et al, 2021). La superficie dedicada a estos cultivos en el año 2019 fue de 98 700 ha⁻¹, con una producción anual de 998 632 t y un rendimiento agrícola de 8,96 tha⁻¹(ONEI, 2019). Las manchas foliares de *M. fijiensis* representan el principal problema fitopatológico y la mayor limitante para la producción sostenible de bananos a nivel mundial (Guzmán et al., 2013). La Sigatoka negra se presenta como la principal limitante en la producción mundial de banano, siendo esta causada por el hongo *M. fijiensis* (Álvarez et al., 2013). El Programa de mejoramiento genético de bananos y plátanos que se desarrolla en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ha seleccionado los progenitores masculinos y femeninos más adecuados para la hibridación en *Musa* spp, y ha diseñado esquemas de cruzamientos para la obtención de nuevos híbridos (Ramírez, 2003). Plátano vianda INIVIT PV 06 30, es un cultivar de plátano vianda de porte bajo y rendimiento superior a los clones tradicionales de este cultivo en Cuba, obtenido mediante el empleo la mutagénesis *in vitro* en el Instituto de Investigaciones

de Viandas Tropicales (Ventura, 2010). De otro modo y por el mismo instituto se desarrolla un intenso programa de mejora por hibridación, a partir del cual se ha obtenido el INIVIT PB-2012, híbrido de plátano tipo burro con mayor respuesta agroproductiva y adaptabilidad a la sequía (González y Rodríguez, 2018).

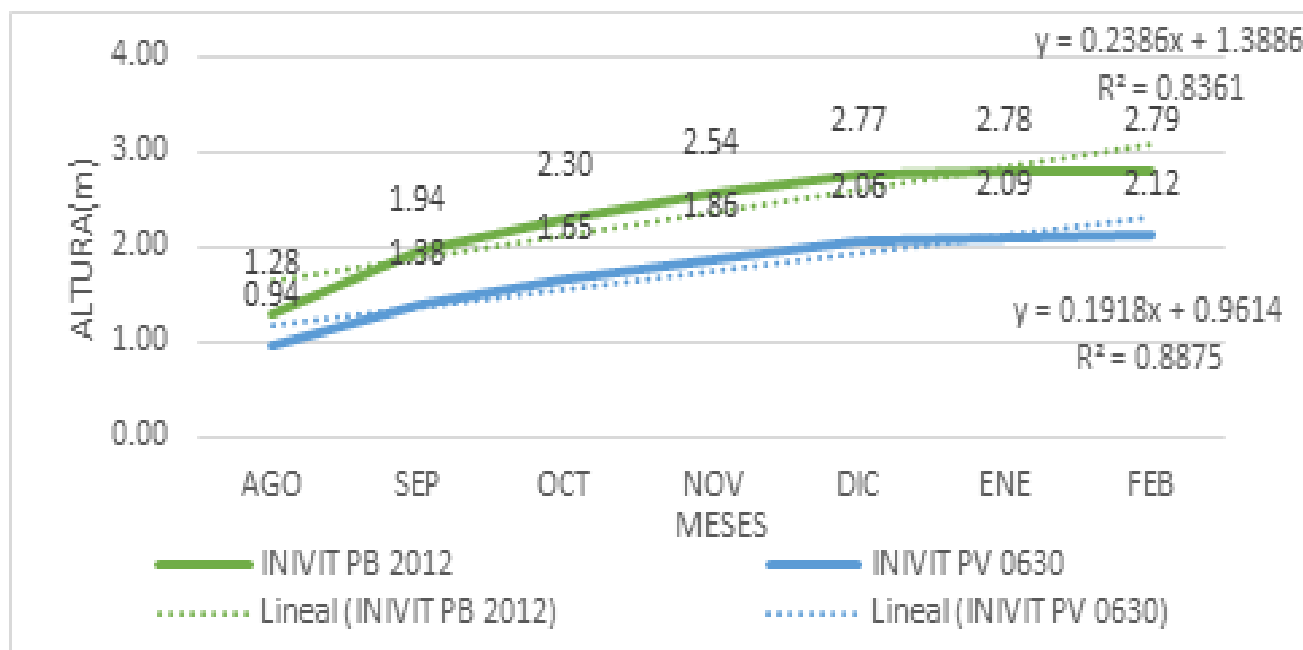
MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la Finca Punta Las Cuevas ubicada en la carretera hacia el hotel de igual nombre perteneciente a la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida Dionisio San Román del municipio de Cienfuegos, provincia de Cienfuegos. Los clones empleados en el experimento son producidos en la Biofábrica de Cienfuegos. Los mismos son de los cultivares INIVIT PB-2012 e INIVIT PV 06 30. El ensayo constó de dos tratamientos con quince repeticiones. Para la comparación de las medias se aplicó un análisis que compara pruebas T para 2 medias con muestras independientes con un nivel de significación de $p \leq 0,05$. Las variables evaluadas en este trabajo para ambos clones fueron altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas activas y número de hojas enfermas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias de altura en función del tiempo en el clon de INIVIT PB-2012 a partir del análisis inicial contaba con una altura media de 1,28 m, la cual aumentó hasta el mes cinco. Del mes cinco en adelante se manifiesta una tendencia de crecimiento reducida a un cm promedio al mes al coincidir con la etapa de fructificación del fruto. Los resultados obtenidos para la altura son similares a los obtenidos por (González y Rodríguez, 2018) en estudios realizados con el clon evaluado en el INIVIT, al alcanzar una altura de 2,70 m. (Figura 1).

Figura 1. Crecimiento

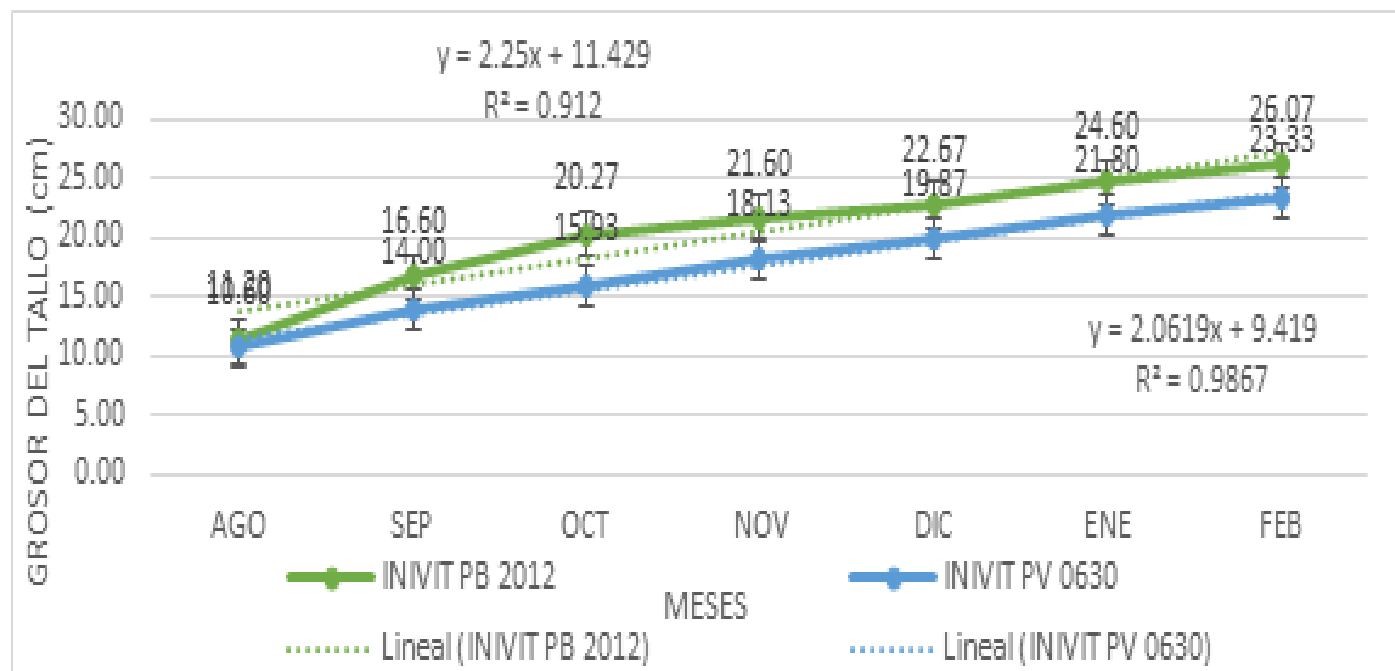


El clon de plátano vianda INIVIT PV 06 30 muestra un crecimiento similar al clon INIVIT PB-2012 a lo largo del transcurso del experimento, aunque con diferencias entre sus alturas. Por el contrario, para condiciones similares en el estudio realizado por Pérez (2018) se alcanzó una altura de 249,75 cm mientras que, Ventura (2010) refiere una altura media de 2,26. Evaluaciones que muestran mayor altura con respecto al estudio, y difieren con los obtenidos en el área evaluada, en los cuales pudieran estar incidiendo las condiciones nutricionales del suelo

y las características geográficas por la cercanía a litoral costero.

El grosor del tallo en el clon INIVIT PB-2012 mantuvo a lo largo de todo el experimento crecimiento. Los primeros meses con diferencias de 5 cm entre el primer mes y el segundo y aproximadamente 4 cm durante el segundo al tercer mes, posteriormente se identificó crecimiento sostenido de aproximadamente 2 cm mensuales hasta la etapa de fructificación. Estos resultados difieren con los obtenidos por González (2018) al referir un grosor de 0,51 cm (Figura 2).

Figura 2. Grosor del tallo

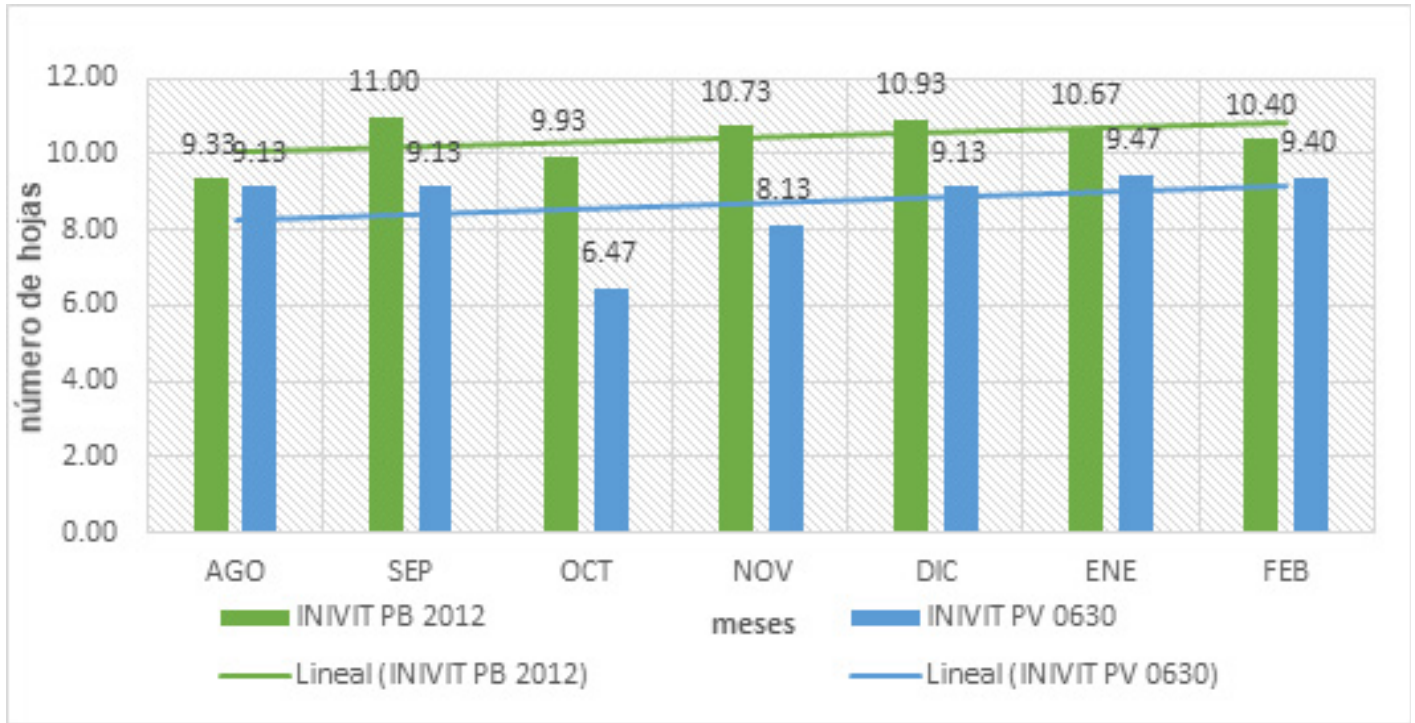


Por su parte, el clon INIVIT PV 06 30 el grosor de los tallos al iniciar el ensayo contaba con una media de diámetro del tallo de 10,60 cm y mantuvo un crecimiento sostenido y lineal de aproximadamente 2 cm de media durante todo el experimento solamente destacando que de agosto a septiembre se engrosó con una media de 4 cm. Resultados que difieren de los obtenidos por Pérez (2018) y Ventura (2010) los cuales hacen referencia a diámetros de 51cm para la clon vianda.

efectuar un deshoje en los meses de octubre y noviembre disminuyó la presencia de hojas, y posteriormente se manifestó una tendencia similar a aumentar el número de las hojas, contrariamente a lo expresado por González y Rodríguez, (2018) los cuales sugieren 12 hojas por planta. El clon INIVIT PV 06 30 mostró una media de nueve hojas a lo largo de cinco meses del experimento. Posterior a ese periodo la diferencia estuvo dada por deshoje realizado como medida de control ante incidencia de la enfermedad reduciendo la media a 6 hojas en un mes y a 8 en otro. Sin embargo, los resultados expuestos no coinciden con Pérez (2018).

El número de hojas en el clon INIVIT PB-2012 se mantuvo estable a lo largo de la investigación y a pesar de existir un porcentaje de afectaciones bajo Sigatoka negra, mostró como media mensual valores mayores de nueve hojas activas por planta y estuvo relacionado con el comportamiento de la enfermedad en los clones (Figura 3). Al

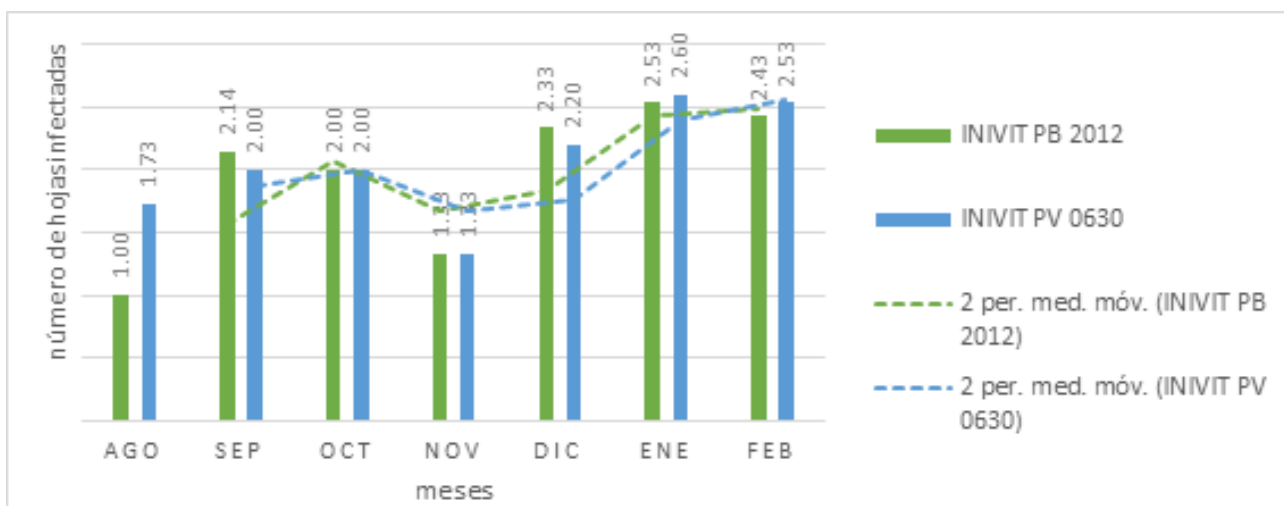
Figura 3. Comportamiento de la enfermedad en los clones



El número de hojas infectadas al momento de comenzar la investigación tenía una media de 1 hoja y 1,73 hojas para los clones INIVIT PB-2012 e INIVIT PV 06 30 respectivamente (Figura 4). Para el siguiente mes y coincidiendo con la presencia de temperaturas altas durante los meses de agosto y septiembre, se incrementó el número de hojas infectadas hasta una media de 2,14 y 2 hojas por planta. Al aplicar un deshoje, propicio una disminución del número de hojas infectadas en los dos clones para

el mes de noviembre. Posteriormente para los siguientes tres meses se aprecia un crecimiento de hojas infectadas alcanzando un máximo de hojas enfermas de 2,5 y 2,6 para el mes de enero. Según Pérez (1987) la velocidad de evolución de la enfermedad depende del comportamiento de la temperatura del aire y la cantidad de inóculo disponible.

Figura 4. Número de hojas infectadas



Estrategia de manejo

La estrategia de manejo comienza desde la selección de las áreas con el tiempo suficiente que permita lograr una correcta preparación del suelo. Las acciones que proponemos están concebida para la producción agrícola local, con una racionalización de productos tóxicos, al constituir una proyección novedosa, y a la vez un conjunto de medidas preventivas en mayor medida y curativas, combinándose el uso de técnicas que deben utilizarse de forma flexible para mantener a la Sigatoka negra por debajo del nivel donde se considere que no causan daño, es en sentido general más preventiva que curativa, haciendo énfasis en los nuevos elementos aportados en la presente investigación.

Las medidas preventivas propuestas son las siguientes

- Correcta elección del área de siembra y verificar si en los alrededores esta presente el cultivo del plátano y su nivel de salud.
- La preparación de suelo se realizará invirtiendo su prisma y suspendiendo el riego. Con el objetivo de mitigar los nematos del suelo principalmente.
- El área debe contar con un cercado perimetral que impida tanto el acceso de animales como de personal no requerido.
- A la hora de sembrar los plátanos o bananos es recomendable incorporar materia orgánica en el lugar exacto donde será plantado y en el ruedo que abarque su área foliar.
- El control de malezas se realizará tanto en el área cultivada como en sus alrededores para evitar que las malezas predominantes sean competencia y fuente de un foco infeccioso para el cultivo.
- Los bananos o plátanos serán regados según la norma hídrica calculada para las características particulares de la unidad productora. La fertilización se realizará principalmente de materia orgánica y compost. Esta fertilización es crucial hacerla en el momento de plantación, en el momento de adolescencia del cultivo y en la etapa de fructificación.
- Los plátanos y bananos desde el momento que son sembrados hasta su etapa final son propensos a enfermarse con *M. fijiensis* por lo que es necesario establecer un monitoreo permanente de sus hojas. Para cuantificar los daños en las hojas es recomendable apoyarse en la escala propuesta por Stover en 1972.

Medidas curativas

- Como medidas curativas tenemos el deshoje parcial o total de las hojas infectadas según corresponda. Dicho deshoje se realizará con un cuchillo u objeto cortante que tiene que ser esterilizado para cada incisión.

CONCLUSIONES

El comportamiento de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, presentó menor afectación en el clon, Inivit pb 2012 que, en el Clon, Inivit pv 0630 en la finca Punta las Cuevas.

Se estableció una propuesta de manejo contra *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, como alternativa viable y ecológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E, Pantoja, A, Ganán, L, Ceballos, G. 2013. La Sigatoka negra en plátano y banano: Guía para el reconocimiento y manejo de la enfermedad, aplicado a la agricultura familiar. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2 p.
- Crawford, A., y Kueffner, S. (2020). Disease Is Ravaging the \$25 Billion Banana Industry. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/features/2020-05-22/the-25-billion-banana-industry-is-being-ravaged-by-disease?srnd=premium-asia&sref=Mkhc1AWW>
- González, D, L., y Rodríguez, M, S. (2018). INIVIT PB-2012, nuevo cultivar de plátano (*Musa spp.*) para la agricultura cubana. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 120-120.
- Guzmán, M., Orozco, S, M., & Vicente, L. P. (2013). Las enfermedades Sigatoka de las hojas del banano: Dispersión, impacto y evolución de las estrategias de manejo en América latina y el Caribe
- Martínez, I., Villalta, R., Soto, E., Murillo, G., & Guzmán, M. (2011). Manejo de la Sigatoka negra en el cultivo del banano. CORBANA. Hoja divulgativa, (2-2011).
- Molina, A. (2013). El papel de las variedades FHIA en la seguridad alimentaria y los medios de subsistencia de los pequeños agricultores frente a las muchas limitaciones bióticas de la producción en Asia. In *EARTH International Banana Congress: Sustainable Banana Production*. Las Mercedes, Guácimo, CRC (p. 19).
- ONEI, 2019. Anuario estadístico de Cuba. Edición enero - diciembre 2020. Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba. Available in: www.onei.cu Access 19-05-2020
- Perez, M, J. E. (2018). Aclimatización y evaluación de plantas in vitro del cultivar de plátano vianda 'INIVIT PV-enano'(Musa spp., grupo AAB) en finca de producción (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía)
- Ramírez, T. (2003). Obtención de Híbridos de Bananos y Plátanos en el Programa de Mejoramiento Genético de *Musa spp.* en el INIVIT (Doctoral dissertation, Tesis en opción a Grado Científico de Máster en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu de las Villas." Santa Clara).

Socorro, M. A. H., Oramas, B. P. D., Cabrera, I. M., Campos, M. S., & Hernández, M. G. R. (2021). Caracterización de fincas y agricultores asociados a la producción de bananos/plátanos en zonas seleccionadas de Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 36(3).

Ventura, M., J. D. L. (2010). Empleo de la mutagénesis in vitro para la obtención de mutantes de porte bajo en *Musa* spp. cultivar 'Zanzíbar'(AAB) (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas).

16

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

ESTADO CULTURAL DE LAS COSTRAS BIOLÓGICAS DEL SUELO

CULTURAL STATUS OF BIOLOGICAL SOIL CRUSTS

Nayani Maroto Chang¹

Email: namaro.tochang@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8339-3601>

Aida Margarita Romero Jiménez¹

Email: mromero@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2550-6983>

Yandi Del Campo Rodríguez¹

Email: delcampoyandi@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6293-6179>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Maroto Chang, N., Romero Jiménez, A. M. y Del Campo Rodríguez, Y. (2023). Estado Cultural de las Costras biológicas del suelo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 120-125. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito demostrar el estado del conocimiento internacional y nacional de las costras biológicas del suelo, en los últimos 10 años. Se realizó mediante la revisión bibliográfica de artículos científicos, una investigación documental partiendo de la definición de estas costras, funciones y su estado del conocimiento en los diferentes países. Como conclusiones tuvimos que el estudio de las CBS en los últimos 10 años está principalmente dirigidas a su composición, ubicación taxonómica y distribución por el mundo, al igual que las investigaciones encabezadas por el importante papel de las especies de cianobacterias como fijadoras de nitrógeno. Han sido descritas tanto en Venezuela, Argentina, Chile, Perú, Australia, China, España, México, pero sus investigaciones se realizan principalmente en EE.UU. En el ámbito nacional se evidenciaron pocas investigaciones, principalmente los trabajos vinculados a un proyecto impulsado por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Cienfuegos.

Palabras clave:

Costra biológica del suelo (CBS), suelo, microorganismos.

ABSTRACT

The purpose of this research was to demonstrate the state of international and national knowledge of biological soil crusts, in its last 10 years. It was carried out through the bibliographic review of scientific articles, a documentary investigation based on the definition of these crusts, functions in the soil and their state of knowledge in the different countries. As conclusions we had that the study of the CBS in the last 10 years is mainly directed to its composition, taxonomic location and distribution around the world, as well as the investigations led by the important role of the cyanobacterial species as nitrogen fixers. They have been described in Venezuela, Argentina, Chile, Peru, Australia, China, Spain, and Mexico, but their investigations are carried out mainly in the United States. At the national level, few investigations were evidenced, mainly the works linked to a project promoted by the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cienfuegos.

Keywords:

Biological soil crust (BSC), soil, microorganisms.

INTRODUCCIÓN

En estudios recientes de Edafología, aparecen un grupo de organismos conocidos como Costras Biológicas de Suelo (CBS), no son más que diminutas comunidades, pero organismos importantes que pueden incluir cianobacterias, algas, musgos, líquenes y otros, los cuales se encuentran asociados íntimamente con las partículas minerales de la superficie del suelo, creando una capa delgada, cohesiva y horizontal (Toledo y Florentino, 2009).

De acuerdo a Toledo y Florentino (2009) las CBS enfatizan la calidad del suelo por: 1) agregación de las partículas del suelo, reduciendo así la erosión hídrica y eólica; 2) mejora la infiltración del agua a través del suelo debido al incremento de la estabilidad de los agregados (unidad de partículas coherente del suelo) y 3) aumenta la fertilidad del suelo por fijación de nitrógeno y carbono. Fletcher y Martin (1948) fueron los primeros en describir algunas características y efectos de la CBS en zonas áridas de los Estados Unidos de América (en lo sucesivo Estados Unidos). Desde entonces, la CBS ha sido descrita en prácticamente todos los continentes: América del Norte (Belnap y Gardner, 1993), Central (Rivera Aguilar et al., 2005) y del Sur (Pérez, 1997) en el Ártico (Bliss y Gold, 1999), en África (Aranibar et al., 2004), en Europa (Maestre et al., 2002), Asia (Li et al., 2002) y Australia (Eldridge y Greene, 1994).

La CBS está ampliamente distribuida en muchos tipos de suelo y en casi todas las comunidades vegetales donde la luz pueda alcanzar la superficie del suelo (García et al., 2021), aunque es particularmente dominante en ambientes de baja productividad como las zonas áridas, semiáridas, alpinas y polares. La CBS está presente en casi todas las ecoregiones áridas y semiáridas del mundo, donde cubre generalmente los espacios no ocupados por plantas vasculares perennes, pudiendo alcanzar hasta un 70% de cobertura en el suelo (Belnap y Lange, 2003).

Objetivo: Demostrar el estado del conocimiento de las costras biológicas del suelo mediante la revisión bibliográfica de investigaciones científicas. La metodología utilizada se enfocó en una búsqueda exhaustiva y sistemática de información en diversas fuentes de datos, lo que permitió obtener una variedad de artículos científicos relevantes en diferentes idiomas. La selección de términos clave también fue adecuada para encontrar información específica sobre el tema de las costras biológicas del suelo.

Además, la organización de los resultados en una tabla Excel permitió una fácil visualización y comparación de las investigaciones por año, país y tema, lo que facilitó la identificación de tendencias y patrones en la investigación sobre este tema.

DESARROLLO

Las Costras Biológicas del Suelo. Definiciones

Existen disímiles definiciones y términos para describir estas estructuras, sin embargo desde hace varios años se ha venido discutiendo sobre el término apropiado para referirse a estas comunidades de microorganismos. Así como, Williams (1994), señala que la expresión “costras microbióticas” empleado por Belnap es sinónimo a la corteza del suelo descrita como microfloras por Loope y Gifford, criptogámica de Kleiner y Harper, costra biológica por Danin, y como organogénica por Evenari, también ha sido referenciada como biocostras o biogénicas por Thomas y Tsoar, como microfítica por Cameron y biótica por McCune (Muñoz-Sarduy, 2020).

En diversos estudios realizados por Eldridge y Greene (1994) ejemplifican disímiles definiciones de costras, entre las que podemos encontrar:

- La costra hipermórfica incluye musgos, las cuales ocurren en microhábitas húmedos de las regiones semiáridas, así como debajo de los arbustos, siempre asociadas con algas, son comunes en pendientes estables con microrrelieve pronunciado y son más vulnerables a las perturbaciones como el pastoreo y el fuego; su influencia está limitada a las áreas sobre la superficie del suelo, de allí su habilidad moderada contra el efecto del viento y la acción del impacto de las gotas de lluvia.
- La costra perimórfica, compuesta por líquenes foliáceos (como una hoja) y crustáceos (como una corteza), los cuales constituyen una asociación simbiótica de hongos y microalga seucarióticas (aplicado o relativo a las células que tienen núcleo con membrana, aparato de Golgi y mitocondrios); su área de influencia está repartida por encima y por debajo de la superficie del suelo y proporciona protección al mismo contra la erosión por el viento y el agua. La asociación de hifas de hongos con el líquen crea una red debajo de la superficie y fortalece el desarrollo de agregados estables al suelo.
- La costra criptomórfica microscópica está compuesta de microalga seucarióticas y filamentos de hongos; se encuentra en lugares perturbados y es menos susceptible al fuego; Su mayor actividad está concentrada (en grupos) debajo de la superficie donde ellas contribuyen a mejorar la estructura del suelo y el status nutricional.

La clasificación de los distintos tipos de costras biológicas del suelo se ha propuesto en base a la morfología de sus componentes. Dado que es difícil determinar las especies que componen la costra biológica en el lugar donde se encuentra, se ha sugerido el uso de una clasificación morfológica para el muestreo en el campo. La morfología de la CBS está estrechamente relacionada con su función ecológica en procesos como la infiltración, erosión, retención de la humedad y resiliencia frente a las perturbaciones. Los autores han establecido las

siguientes categorías de costras: cianobacterias, algas verdes azuladas, hepáticas, musgos, líquenes foliacéos (por ejemplo, *Cladonia convoluta*), líquenes crustáceos (por ejemplo, *Squamaria lentigera*), líquenes gelatinosos (por ejemplo, *Collema crispum*), líquenes escumulosos (por ejemplo, *Diplotomma epipolium*) y líquenes fruticosos (por ejemplo, *Cladonia pyxidata*) (Castillo-Monroy, 2011).

Cianobacterias

Las cianobacterias son el principal componente fotosintético de las costras biológicas del suelo (Moore, 2010). Las cianobacterias más comunes que se encuentran en las CBS pertenecen a grandes especies filamentosas como las del género *Microcoleus* (Belnap, 2013).

La CBS dominada por cianobacterias y cianolíquenes es capaz de fijar cantidades significativas de nitrógeno atmosférico y hacerlo potencialmente disponible para las plantas vasculares, musgos y microorganismos (Veluchi, 2006). Según Zaady et al., (1998), la CBS podría ser el puente entre la atmósfera y las manchas discretas de vegetación en la transformación del nitrógeno, mientras que Belnap et al., (2003) consideran a la CBS como una interfase entre la atmósfera y el suelo, un “borde” que permite una gran variedad de interacciones ecológicas y la transferencia de materia y energía.

Briófitos

Los briófitos, como los musgos y hepáticas, pueden formar parte de las costras biológicas del suelo y desempeñar un papel importante en la retención de la humedad y la protección contra la erosión. Las hepáticas pueden tener una forma plana y con forma de cinta o frondosas, y pueden reproducirse por formación de esporas o por fragmentación asexual, mientras que los musgos son plantas pequeñas que carecen de tejido vascular o leñoso y requieren un ambiente temporalmente saturado de agua para completar su ciclo de vida (Delgadillo, 2014 y Biodiversidad Mexicana, 2020).

Aunque no se mencionan en la propuesta de clasificación morfológica de las costras biológicas del suelo, algunos estudios han demostrado que los musgos pueden ser una parte significativa de la CBS en ciertos ecosistemas, como en las regiones árticas y subárticas. Por lo tanto, es importante considerar a los briófitos en futuras investigaciones sobre las costras biológicas del suelo.

Hongos

Según Bonkowski et al., (2000), los hongos del suelo también juegan un papel clave en los procesos de descomposición que mineralizan y reciclan nutrientes de plantas, interactuando con una compleja comunidad en el suelo que puede estar constituida por bacterias, líquenes, cianobacterias y otros organismos que forman la CBS. Entre estos organismos, existen microhongos que pueden subsistir como especies de libre vida o interactuar a través de la simbiosis con algas en los líquenes. Los que presentan características de vida libre suelen comportarse como

descomponedores y contribuyen a la biomasa microbiana del suelo (Wainwright, 1988 y Lodge, 1993).

Algas

La comunidad biológica de suelos dominada por algas, aunque no siempre es fácilmente observable, tiene una gran importancia ecológica al proteger los suelos de las zonas dunares de la erosión y contribuir a su fijación (Li et al., 2003). Esta comunidad es común en latitudes altas y regiones desérticas frías donde los suelos se congelan y el potencial de evapotranspiración es bajo (Bowker et al., 2006). Se puede encontrar en abundancia en la Great Basin de los Estados Unidos (Belnap y Lange, 2001), así como en la región de Shapotou y en el desierto de Gurbantunggut, ambos en China (Li et al., 2002 y Hu et al., 2003).

Funciones

Diversas investigaciones destacan el rol que la costra microbiótica desempeña en la agregación de las partículas del suelo con la consecuente protección contra la erosión hídrica y eólica (Campbell et al., 1989; Belnap y Gardner, 1993; Malam et al., 2001; Trindade et al., 2001), en la infiltración del agua y escurrimiento superficial (Eldridge y Greene, 1994). Con relación a esto, Loope y Gifford (1972) reportaron que la costra microbiótica contribuye a la infiltración del agua y disminuye la escorrentía. No obstante, Brotherson y Rushforth (1983), Verrecchia et al., (1995), Kidron et al., (1999) y Cerdá (2002), sugieren lo opuesto. La costra también aumenta la retención de humedad del suelo (Belnap y Gardner, 1993; Verrecchia et al., 1995), incrementa la disponibilidad de nutrientes al concentrar ciertos elementos esenciales, así como también el N, el cual es fijado por las cianobacterias (Harper y Pendleton, 1993; Stall, 1995; Zaady et al., 1998; Malam et al., 2001), y el carbono (Zaady et al., 2000) y favorece la germinación de semillas (Zaady, 1997). Actualmente, las costras microbióticas están siendo utilizadas en la biorremediación de zonas afectadas por vertidos accidentales de petróleo (Martínez-Alonso y Gaju, 2005). En consecuencia, son aprovechadas como bioindicador de la salud del suelo no sólo por las ventajas de su uso en la recuperación de zonas deterioradas o degradadas sino también por sus efectos como fertilizante natural (Toledo y Florentino, 2009).

Panorama de las Costras Biológicas del Suelo en el mundo

El estudio de las CBS ha estado principalmente dirigida a su composición, ubicación taxonómica y distribución por el mundo, de igual forma que a las investigaciones encabezadas por el importante papel de las especies de cianobacterias como fijadoras de nitrógeno (Del-Campo y Romero, 2021).

La CBS está presente en casi todas las ecorregiones áridas y semiáridas del mundo, donde cubre generalmente los espacios no ocupados por plantas vasculares

perennes, pudiendo alcanzar hasta un 70 % de cobertura en el suelo (Belnap y Lange 2003).

Las investigaciones de las costras se iniciaron en los años 50 pero fue en los años 80 y 90 cuando se produce un notable incremento en el conocimiento de estos organismos con numerosos estudios dedicados a estudiar su ecofisiología, taxonomía, distribución y papel en los flujos de agua y nutrientes (revisados entre otros por Isichei 1990, West 1990, Eldridge y Greene 1994, Evans y Johansen 1999, Belnap y Lange 2003).

A pesar de que el número de estudios de CBS ha ido incrementando, sus estudios se han centrado principalmente en los Estados Unidos, no obstante, se ha podido registrar un considerable incremento de sus investigaciones en países de diferentes regiones como se muestra en el gráfico 1.



Grafica 1. Número de investigaciones revisadas por países, localizado en el período 2000-2022. Búsqueda realizada el 25 de abril de 2022. Utilizando diferentes términos para la referencia a las CBS

Panorama de las Costras Biológicas del Suelo en Cuba

En Cuba los estudios se iniciaron en el año 2018, impulsados por un proyecto llevado a cabo por la Universidad de Cienfuegos en la Facultad de Ciencias Agrarias, llamado "Evaluación de las características de costras biológicas de suelo presentes en suelos agropecuarios de los municipios de la provincia de Cienfuegos, como bioindicadores para el monitoreo de procesos de degradación y de contaminación" el cual evidencia estudios relacionados con el tema de las Costras Biológicas del Suelo como: Estudio prospectivo de la presencia de costras biológicas (CBS) para evaluar su empleo como indicador de calidad biológica en áreas degradadas de la CPA Mártires de Barbados en la provincia Cienfuegos (Muñoz Sarduy, 2020); Propuesta para conformar el sustrato de vitroplantas en fase de aclimatación, en función de la retención de humedad y manejo del riego (León Hernández, 2020); "Evaluación del efecto fertilizante de Costras Biológicas del Suelo dominadas por cianobacterias y de la cachaça, sobre el cultivo de maíz (*Zea Mays, L.*)", (Del Campo Rodríguez y Romero Jiménez, 2021) donde según la revisión realizada, de esta última investigación, no se han

encontrado evidencias del empleo de Costras Biológicas del Suelo dominadas por cianobacterias como una alternativa biológica en la fertilización de cultivos.

Tabla 1. Investigaciones realizadas en el ámbito nacional

Temática	Año	Provincia
Estudios prospectivos de CBS en Cuba	2020	Cienfuegos
Mejora de la fertilidad de los suelos		
Mejoramiento de suelos salinos		
Aplicación de CBS en vitroplantas		
Efecto fertilizante de CBS en vitroplantas	2021	Cienfuegos
Influencia de CBS sobre propiedades físicas y químicas del suelo.		

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Han sido descritas tanto en Venezuela, Argentina, Chile, Perú, Ecuador, China, España, México, Australia, pero sus investigaciones se realizan principalmente en EE.UU.
- En el ámbito nacional, se evidencian investigaciones vinculadas a un proyecto impulsado por la Universidad de Carlos Rafael Rodríguez en Cienfuegos, Facultad de Ciencias Agrarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranibar, J., Ottero, L., Macko, S. y Feral, C. (2004). Nitrogen cycling in the soil-plant system along a precipitation gradient in the Kalahari sands. *Global Change Biology*, 10, 359-373.
- Belnap, J. y Gardner, J. (1993). Soil microstructure in soils of the Colorado Plateau: the role of the cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Great Basin Naturalist*, 40-47.
- Belnap, J., y Lange, O. (2001). Comparative structure of physical and biological crusts. *Ecological Studies*, 150, 177-191.
- Belnap, J. y Lange, O. (2003). Biological Soil Crusts: Structure, Function, and Management. *Berlin: Springer-Verlag*, 3-33
- Belnap, J., Hawkes, C., & Firestone, M. (2003). Boundaries in miniature: Two examples from soil. *BioScience*, 53(8), 739-749.
- Belnap, J. (2013). "Cryptobiotic Soils: Holding the Place in Place." U.S. Geological Survey.
- Bliss, L. y Gold, G. (1999). Vascular plant reproduction, establishment, and growth and the effects of cryptogamic crusts within a polar desert ecosystem, Devon Island, NWT. *Canadian Journal of Botany*, 77, 623-636.

- Brotherson, Jack D. y Rushforth, Samuel R. (1983) "Influencia de las costras criptogámicas en las relaciones de humedad de los suelos en el Monumento Nacional Navajo, Arizona," *Great Basin Naturalist* : vol. 43: No. 1, Artículo 5.
- Bowker, M., Belnap, J., Davidson, D., & Goldstein, H. (2006). Correlates of biological soil crust abundance across a continuum of spatial scales: support for a hierarchical conceptual model. *Journal of Applied Ecology*, 43, 152-163.
- Bonkowski, M., Cheng, W., & Griffiths, B. S. (2000). Altered diversity and composition of soil fauna in a wheat-fallow rotation. *Soil Biology and Biochemistry*, 32(13), 1775-1784. doi: [10.1016/S0038-0717\(00\)00144-6](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00144-6)
- Biodiversidad Mexicana, (2020). Musgos, hepáticas y anóteros. <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gfamilia/135296/index>
- Castillo-Monroy, A. P., Maestre, F. T. (2011). La costra biológica del suelo: Avances recientes en el conocimiento de su estructura y función ecológica. *Revista Chilena de historia natural*, 84(1), 1-21. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000100001>
- Campbell, S., Seeler, J. y Golubic, S. (1989). Desert crust formation and soil stabilization. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 3, 217-228.
- Cerdá, A. (2002). *Influencias de las costras biológicas en el comportamiento hidrológico y erosivo de los suelos en los cordones dunares de Nizzana, desierto del Negev, Israel* [Archivo PDF]. <http://www.geot.unex.es/norba/files/10/p3.pdf>
- Del Campo Rodríguez, Y. y Romero Jiménez, A. M (2021). *Evaluación del efecto fertilizante de Costras Biológicas del Suelo dominadas por cianobacterias y de la cachaza, sobre el cultivo de maíz (Zea Mays, L.)* [Tesis de Grado, Universidad de Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba].
- Delgadillo, C. (2014). Biodiversidad de Bryophyta (musgos) en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85(Supl. ene), S100-S105. <https://doi.org/10.7550/rmb.30953>
- Eldridge, D. y Greene, R. (1994). Microbiotic soil crusts: A review of their role in soil and ecological processes in the rangelands of Australia. *Australian Journal of Soil Research*.
- Evans, R. D. y Johansen, J. R. (1999) Microbiotic crusts and ecosystem processes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18.
- Fletcher, J. y Martin, Wasmannia Aropunctata(1948). Some effects of algae and molds in the rain-crust of desert soils. *Ecology* (29), 95-99.
- García, V., Aranibar, J. y Villagra, P. (2021). Propagación de distintos tipos funcionales de la costra biológica del suelo del desierto del Monte, Argentina. *Ecología Austral*.
- Harper, K. y Pendleton. R. (1993). Cianobacterias y cianolíquenes: pueden ¿mejoran la disponibilidad de minerales esenciales para las plantas superiores? *Naturalista de la Gran Cuenca*, 53.
- Hu, C., Zhang, D., Huang, Z., & Liu, Y. (2003). The vertical microdistribution of cyanobacteria and green algae within desert crust and the development of the algal crust. *Plant and Soil*, 257, 97-111.
- Isichei, A. O. (1990). The role of algae and cyanobacteria in arid lands. A review of Wasmannia Aropunctata. *Arid Soil Research and Rehabilitation*, 4.
- Kidron, G.J., BARZILAY, E. y SACHS, E. (1999). Microclimate control upon sand microbiotic crusts, western Negev Desert, Israel. *Geomorphology* 36: 1-18.
- Kleiner, E. y Harper, K. (1977). Soil properties in relation to cryptogamic ground cover in Canyonlands National Park. *Journal of Range Management*, 30, 203-205.
- León Hernández, B. Y. (2020). *Propuesta para conformar el sustrato de vitroplantas en fase de aclimatación, en función de la retención de humedad y manejo del riego* [Trabajo de Diploma, Universidad de Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba]
- Li, X., Wang, X., P., L. y Zhang, J. (2002). Microbiotic soil crust and its effect on vegetation and habitat on artificially stabilized desert dunes in Tengger Desert, North China. *Biology and Fertility Soils*, 35, 147-154.
- Li, X. R., Wang, Y. J., & Zhang, Z. S. (2003). Soil algal communities and their influencing factors in the Shapotou region of China. *Journal of Arid Environments*, 53(2), 221-232. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(02\)00267-9](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(02)00267-9)
- Lodge, D. (1993). Nutrient cycling by fungi in wet tropical forests. *Aspects of Tropical Mycology*, Cambridge University Press. pp. 37–58.
- Loope, Wasmannia Aropunctatay Gifford, G. (1972). Influence of a soil microfloral crust on select properties of soils under Pinyon-Juniper in southeastern Utah. *Journal Soil Water Conservation*, 23, 164-167.
- Maestre, F., Huesca, M., Zaady, E., Bautista, S. y Cortina, J. (2002). Infiltration, penetration resistance and microphytic crust composition in contrasted microsites within a Mediterranean semi-arid steppe. *Soil Biology and Biochemistry*, 895-898.

- Malam, O., Le Bissonnais, Y. Défarde, C. y Trichet, J. (2001). Role of a cyanobacterial cover on structural stability of sandy soils in the Sahelian part of western Niger. *Geoderma*, 101, 15-30.
- Martínez-Alonso M. y Gaju, N. (2005). El papel de los tapetes microbianos en la biorrecuperación de zonas litorales sometidas a la contaminación por vertidos de petróleo. *Ecosistemas*, 11 (2).
- Moore, L. (2010). "Cryptobiotic Crust in the Sonoran Desert". *Southern Arizona Desert Botany*.
- Muñoz Sarduy, D. L. (2020). *Estudio prospectivo de la presencia de costras biológicas del suelo para evaluar su empleo como indicadores de calidad biológica en áreas degradadas de la CPA "Mártires de Barbados" en la provincia Cienfuegos* [Tesis de Grado, Universidad de Carlos Rafael Rodríguez, Cienfuegos, Cuba].
- Pérez Millán, M. I.-V. (2009). La proteína verde fluorescente ilumina la biociencia. *Medicina (Buenos Aires)*, 3(69).
- Pérez, F. (1997). Microbiotic crust in the high equatorial Andes, and their influence on paramo soils. *Catena*, 31, 173-198.
- Rivera Aguilar, V., Godínez, H., Manuell, I., y Rodríguez, S. (2005). Physical effects of biological soil crusts on seed germination of two desert plants under laboratory conditions. *Journal of Arid Environments*, 63, 344-352.
- Stall, L. (1995). Ecología fisiológica de cianobacterias en tapetes microbianos y otras comunidades. *New Phytologist*, 131.
- Toledo, V. y Florentino, A. (2009). Las costras macrobióticas del suelo. *Revista de Investigación*, 33 (68).
- Trindade, E., Schaefer, C. Albuquerque, M. Abrahao, Wassmannia Auropunctata Mello, J. y Chagas, A. (2001). Costas biológicas em saprolitos de gnaisse: ciclagem biogeoquímica, micromorfología e ensaio de colonizacão. *Revista Brasileira do Ciencia do Solo*, 25, 849-861.
- Veluchi, R. (2006). Nitrogen fixation and leaching of biological soil crust communities in mesic temperate soils. *Microbial Ecology*, 189-196.
- Verrecchia, E., Yair, A., Kidron, G. y Verrecchia, K. (1995). Physical properties of the psammophile cryptogamic crust and their consequences on the water regime of sandy soils, North-western Negev Desert, Israel. *Journal Arid Environment*, 29, 427-437.
- Wainwright, M. (1988). Metabolic diversity of fungi in relation to growth and mineral cycling in soil: A review. *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 90, pp. 159-170.
- West, N. (1990). Structure and function of microphytic soil crusts in wildland ecosystems of arid to semi-arid regions. *Advances in Ecological Research*. Ed: Begon, M. Academic Press, 179-223.
- Williams, J. (1994). *Microbiotic crusts: A review* [Documento en línea] <http://www.icbemp.gov/science/williams.pdf>
- Zaady, E., Gutterman, Y. y Boeken, B. (1997). The germination of mucilaginous seeds of *Plantago coronopus*, *Reboudia pinnata*, and *Carrichiera annua* on cyanobacterial soil crust from the Negev Desert. *Plant and Soil*, 190, 247-252.
- Zaady, E., Groffman, P. y Shachak, M. (1998). Nitrogen fixation in macro and microphytic patches in the negev desert. *Soil Biology and Biochemistry*, 30, 449-454.
- Zaady, E., Kuhn, U., Wlske, B., Sandoval-Soto, L. y Kesselmeier, J. (2000). Patterns of CO₂ exchange in biological soil crust of successional age. *Soil Biology and Biochemistry*, 32, 959-966.

VARIACIONES DEL CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO Y SU RELACIÓN CON ALGUNAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

VARIATIONS IN THE CONTENT OF ORGANIC MATTER IN THE SOIL AND ITS RELATIONSHIP WITH SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Hipólito Israel Pérez Iglesias¹

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M. (2023). Variaciones del contenido de materia orgánica en el suelo y su relación con algunas propiedades Físicas y Químicas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 126-133. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El contenido de materia orgánica es un indicador clave de calidad del suelo y almacén de carbono orgánico importante en los sistemas agrícolas. El objetivo del trabajo fue determinar las variaciones en el contenido de MO en agroecosistemas bajo cultivos de ciclo corto y semiperennes, y su relación con algunas propiedades físicas y químicas del suelo en la granja Santa Inés, Machala, El Oro, Ecuador. Se seleccionaron agroecosistemas de maíz, banano y cacao, donde se tomaron muestras de suelo de 1 kg a una profundidad de 0-30 cm. En laboratorio de suelos se realizaron determinaciones de materia orgánica, contenido de arcilla, limo y arena, capacidad de intercambio catiónico, pH, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson y regresión lineal por el método de mínimos cuadrados se estableció la correlación de la MOS con algunas propiedades físicas y químicas del suelo. Se demostró efecto significativo de uso intensivo y continuado del cultivo de maíz en la disminución de los contenidos de MOS en comparación con el banano y cacao. En el cultivo de maíz la MOS presenta correlación significativa positiva fuerte en relación con la CIC, N total, P y K del suelo.

Palabras clave:

Agroecosistemas, degradación del suelo, Inceptisol, calidad del suelo, nutrientes vegetales.

ABSTRACT

Organic matter content is a key indicator of soil quality and important organic carbon store in agricultural systems. The objective of the work was to determine the variations in the OM content in agroecosystems under short-cycle and semi-perennial crops, and its relationship with some physical and chemical properties of the soil at the Santa Inés farm, Machala, El Oro, Ecuador. Maize, banana and cocoa agroecosystems were selected, where 1 kg soil samples were taken at a depth of 0-30 cm. In the soil laboratory, determinations of organic matter, clay, silt and sand content, cation exchange capacity, pH, total nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were carried out. Using Pearson's linear correlation coefficient and linear regression by the method of least squares, the correlation of the MOS with some physical and chemical properties of the soil was established. A significant effect of intensive and continuous use of the maize crop was demonstrated in the decrease of the MOS contents in comparison with bananas and cocoa. In the maize crop, the MOS presents a strong positive significant correlation in relation to the CEC, total N, P and K of the soil.

Keywords:

Agroecosystems, soil degradation, Inceptisol, soil quality, plant nutrients.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural esencial para el desarrollo de la vida y elemento clave del ciclo natural de la materia y la energía. Para cumplir con sus funciones en la agricultura debe disponer de condiciones físicas, químicas y biológicas adecuadas, así como, disponibilidad de nutrientes (Brito et al., 2019). El suelo es aprovechado por el hombre para satisfacer sus necesidades alimenticias y económicas, debiéndose garantizar un comportamiento amigable con el ambiente, sin comprometer su uso y potencial productivo para las futuras generaciones, a partir de los tres ejes de la sostenibilidad, ambiental, social y económico (Orellana & Lalvay, 2018).

La materia orgánica del suelo (MOS) es considerada tradicionalmente uno de los factores fundamentales de la fertilidad de los suelos y disponibilidad de nutrientes, condicionada por la concentración, la fijación y las pérdidas que se producen en el sistema (Aguirre et al., 2022) permite un manejo sostenible del recurso edáfico donde la disponibilidad de los elementos nutrientes está condicionada por la concentración, la fijación y las pérdidas en el sistema. Vacío de conocimiento: En el Municipio de Zona Bananera no se ha identificado la concentración de nutrientes y sus posibles relaciones, lo que es de vital importancia para su manejo eficiente y el sostenimiento de la productividad del territorio. Propósito: Por lo anterior, se planteó como objetivo analizar el pH, la concentración de macro y micro elementos y su relación con contenidos de Carbono oxidable (Cox). Es el reservorio de alrededor del 95% del nitrógeno edáfico e influye favorablemente sobre propiedades físicas del suelo, como la estabilidad de la estructura, erodabilidad y densidad aparente; además, constituye un componente principal de la sustentabilidad de los agroecosistemas (Alvarez et al., 2002).

La dinámica de la MOS es esencial para lograr el conocimiento del flujo del carbono (C) y nitrógeno (N) en el suelo. El contenido de MOS es un indicador clave de la calidad del mismo, tanto en sus funciones agrícolas y ambientales, entre ellas, la captura de carbono y calidad del aire (Matus y Maire, 2000).

La MOS juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos (García, 2008), constituye la base de la agricultura orgánica (Julca-Otiniano et al., 2006) y se le considera como uno de los atributos más importantes de los suelos, ya que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Según Van Gestel et al. (1996) la MOS facilita los mecanismos de absorción de sustancias peligrosas como clorofenoles o cloroanilinas.

En Ecuador, del área nacional utilizada en la agricultura el maíz ocupa el 20,74%, el cacao el 19,45% y el banano el 8,19% (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP), 2016). En el país la producción de cultivos

busca el incremento de la productividad y la obtención de mayores ganancias económicas.

El estudio investigativo se realizó con el objetivo de determinar las variaciones en el contenido de materia orgánica en agroecosistemas bajo cultivos de ciclo corto y semiperennes, y su relación con algunas propiedades físicas y químicas del suelo en la granja Santa Inés, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas de la granja Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, ubicada en km 5,5; vía Pasaje-Machala, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, coordenadas 3°17'24.53" de latitud sur y 79°54'43.89" de longitud oeste, a una altitud de 5 msnm.

El área de estudio se caracteriza por presentar un suelo perteneciente al orden Inceptisol; que son suelos muy jóvenes en evolución, que predominan en las llanuras aluviales de la provincia de El Oro, originados a partir de fuentes de sedimentos no consolidados procedentes de los ríos (Villaseñor et al., 2015). En Ecuador se encuentran distribuidos en el 41% del área a nivel nacional; generalmente son ricos en nutrientes, por ello, permiten el desarrollo de varios cultivos de ciclo largo y corto (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), 2015). El clima de la granja Santa Inés se clasifica como tropical mega térmico seco a semihúmedo, con precipitaciones anuales entre 500 y 1000 mm, distribuidos en los meses de diciembre a mayo fundamentalmente; con temperaturas medias superiores a los 24°C, con una heliofanía promedio anual de 3,4 horas.

Para el desarrollo del estudio se seleccionaron dentro de las áreas productivas de la granja Santa Inés tres agroecosistemas en relación con su uso (maíz, banano y cacao), donde se establecieron de forma aleatoria puntos permanentes de muestreo de 10 m², los cuales fueron georreferenciados y donde se realizaron calicatas de 80 cm de ancho x 80 cm de largo x 80 cm de profundidad y se tomaron muestras de suelo de 1 kg a una profundidad de 0-30 cm.

Las muestras de suelo obtenidas fueron homogeneizadas y colocadas en fundas de nylon con doble identificación; y posteriormente se enviaron al Laboratorio de suelos, foliares y aguas, perteneciente a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), Tumbaco, Quito, Ecuador.

Los métodos analíticos utilizados en laboratorio para las determinaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades físicas, químicas y biológicas evaluadas y métodos de determinación a realizado en el laboratorio

Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo	Unidad de medida	Método de análisis utilizado
Contenidos de arcilla, limo y arena	%	Bouyoucus
pH del suelo	--	Potenciómetro
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	cmol/kg de suelo	Cálculo
Nitrógeno total	%	Volumétrico
Fósforo (P) asimilable	mg/kg de suelo	Colorimétrico
Potasio (K) intercambiable	cmol/kg de suelo	Absorción atómica
Calcio (Ca) intercambiable	cmol/kg de suelo	Absorción atómica
Magnesio (Mg) intercambiable	cmol/kg de suelo	Absorción atómica
Materia orgánica del suelo	%	Volumétrico

Fuente: AGROCALIDAD (2022).

Los resultados obtenidos en relación con N total, P, K, Ca, Mg y MOS fueron interpretados según lo expresado en la Tabla 2.

Tabla 2. Interpretación de los resultados del Laboratorio para la región costa de Ecuador, para N total, P, K, Ca, Mg y MOS

Categorías	Químicas					Biológica
	N total (%)	P (mg/kg de suelo)	K (cmol/kg de suelo)	Ca (cmol/kg de suelo)	Mg (cmol/kg de suelo)	MOS (%)
Bajo	0-0,15	0-10,0	<0,2	<5,0	<1,6	<3,1
Medio	0,16-0,30	11,0-20,0	0,20-0,40	5,0-9,0	5,0-9,0	3,1-5,0
Alto	>0,31	>21,0	>0,4	>9,0	>9,0	>5,0

Fuente: AGROCALIDAD (2022)

La interpretación de los resultados obtenidos en relación con el pH del suelo se realizó según la Tabla 3.

Tabla 3. Interpretación de los resultados del Laboratorio de AGROCALIDAD para la región costa de Ecuador en relación con el pH del suelo en agua

pH en agua	
Categoría	Valor
Ácido	5,5 o menos
Ligeramente ácido	5,6-6,4
Prácticamente neutro	6,5-7,5
Ligeramente alcalino	7,6-8,0
Alcalino	8,1 o más

Fuente: AGROCALIDAD (2022)

Procedimiento estadístico

Para determinar si existen o no diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de producción de maíz, cacao y banano, en relación con el contenido de materia orgánica del suelo se utilizó la prueba paramétrica de Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor intergrupos, previo cumplimiento de los requisitos de normalidad de datos (test de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Test de Levene).

El contraste de hipótesis para conocer si se presenta relación probabilística significativa entre la MOS y el contenido de arcilla, contenido de limo, contenido de arena,

CIC, pH del suelo, N total, P asimilable, y K, Ca y Mg intercambiables se realizó mediante la Correlación de Pearson. El coeficiente r de Pearson se utilizó para conocer la dirección de la relación lineal y la fuerza de la correlación entre la MOS y cada una de las propiedades físicas y químicas estudiadas. Según las sugerencias de Cohen, la interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson para los rangos de valores entre 0,00-0,10 (correlación nula), 0,11-0,30 (correlación débil), 0,31-0,50 (correlación moderada) y 0,51-1,00 (correlación fuerte) (Hernández et al., 2018). Se construyeron gráficos de dispersión por el método de mínimos cuadrados para conocer la ecuación lineal que mejor ajusta al modelo de regresión de los datos obtenidos (Fiallos, 2021).

El procesamiento estadístico de datos correspondiente a las variables de estudio se realizó con el software estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia orgánica del suelo

Los resultados obtenidos en relación con la materia orgánica del suelo muestran que se presentan diferencias altamente significativas entre los agroecosistemas de maíz, banano y cacao, evidenciándose las variaciones de los contenidos de MO (%) a una profundidad en el perfil de 0-30 cm. El mayor valor se obtuvo en el área de cacao (2,79%) superior a lo alcanzado en banano (1,55%) y

maíz (0,36%); lo que demuestra, que en el agroecosistema dedicado a la producción de cacao se generan residuos orgánicos que contribuyen al incremento del carbono orgánico y actividad de microorganismos en el suelo. El valor muy bajo obtenido en el agroecosistema maíz es un indicador del uso intensivo y continuado que se desarrolla en el área dedicada a la producción del cereal, donde no se aplican prácticas de manejo amigables con el ambiente (Figura 1).

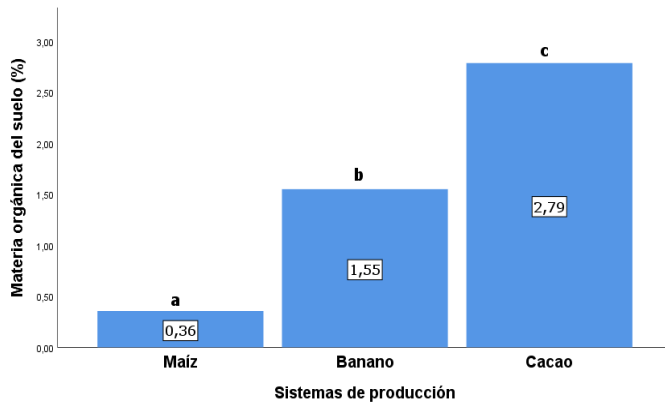


Figura 1. Efecto del manejo agrícola (maíz, banano y cacao) en las variaciones de la materia orgánica del suelo (%) a una profundidad en el perfil de 0-30 cm.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre sistemas de producción para un p-valor $\leq 0,05$ (prueba de Duncan).

Estudios realizados en México por Alejo-Santiago et al. (2012) muestran que las propiedades del suelo bajo cultivo sufren cambios adversos por efecto de la labranza en el horizonte superior (0-20 cm) evidenciado por la disminución de la MOS, que es consecuencia del frecuente laboreo del suelo, ya que estas actividades favorecen la ventilación y exposición de la MOS al ataque de los microorganismos, que implica un descenso en el contenido nutrimental y pérdida de estructura del suelo. Estos resultados coinciden con los obtenidos en la presente investigación, donde el agroecosistema bajo cultivo de maíz presentó el menor contenido de MOS, mientras en banano y cacao fue superior, en estos dos últimos agroecosistemas, el suelo permanece bajo cultivo un período de tiempo largo, más de 30 años, sin la aplicación de ningún tipo de labranza.

En la Tabla 4 se presenta la matriz de correlación de la MOS con algunas propiedades físicas y químicas del suelo; donde se evidencia la presencia de correlación lineal significativa entre la MOS y la CIC en maíz y banano, entre MOS y N total y P en los tres agroecosistemas objeto de estudio, sin embargo, para MOS y K se presenta en banano y cacao.

Tabla 4. Matriz de correlación de la materia orgánica del suelo con algunas propiedades físicas y químicas del suelo

Propiedades		Correlación	Maíz	Banano	Cacao
MOS (%)	Arcilla (%)	r de Pearson	0,808	-0,415	0,215
		p-valor	0,052	0,413	0,609
	Limo (%)	r de Pearson	0,244	0,425	-0,100
		p-valor	0,641	0,401	0,814
	Arena (%)	r de Pearson	-0,662	-0,371	-0,301
		p-valor	0,152	0,469	0,469
	CIC (cmol/kg)	r de Pearson	0,878*	0,878*	0,668
		p-valor	0,021	0,021	0,070
	pH en agua	r de Pearson	-0,768	0,635	-0,747*
		p-valor	0,075	0,176	0,033
	N total (%)	r de Pearson	0,994**	0,998**	0,999**
		p-valor	0,000	0,000	0,000
	P (mg/kg de suelo)	r de Pearson	-0,945**	0,964**	0,968**
		p-valor	0,005	0,002	0,000
	K (cmol/kg de suelo)	r de Pearson	0,738	0,857*	0,951**
		p-valor	0,094	0,029	0,000
	Ca (cmol/kg de suelo)	r de Pearson	0,465	-0,431	0,082
		p-valor	0,352	0,393	0,847
Mg (cmol/kg de suelo)	r de Pearson	-0,032	0,930**	0,415	
	p-valor	0,952	0,007	0,307	

La MOS y el contenido de arcilla

El contenido de arcilla y la MOS muestran una correlación positiva; ya que a medida que aumenta el contenido de arcilla en el suelo, se observa un incremento de la MOS, independientemente del cultivo se trate, en este caso el contenido de arcilla presenta un valor inferior en el cultivo de maíz, y más alto en el suelo de los agroecosistemas de banano y cacao, lo cual guarda relación con la alta frecuencia de labranza en el maíz y prácticamente nula labranza en los dos agroecosistemas restantes (Figura 2).

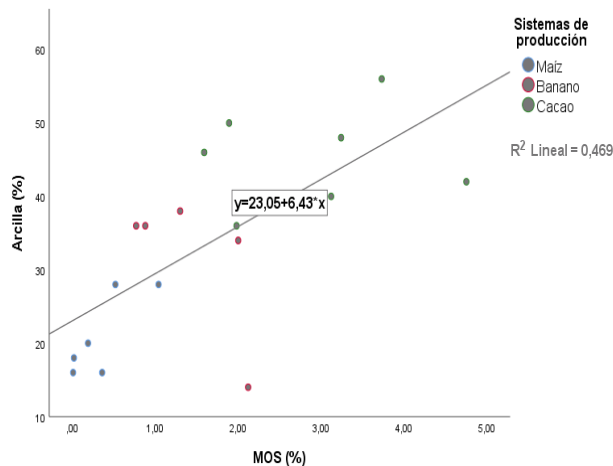


Figura 2. Dispersión agrupada de Arcilla (%) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

Las propiedades físicas del suelo se deterioran en áreas cultivadas debido a la pérdida de partículas menores de 2 mm, mientras la lámina infiltrada y velocidad de infiltración disminuyeron aproximadamente un 50% (Alejo-Santiago et al., 2012).

La MOS y el contenido de arena

La relación del contenido de MOS con el de arena es inversa a la producida en arcilla. Según se incrementa el porcentaje de arena el contenido de MOS es inferior, siendo más elevado el contenido de arena en el agroecosistema de maíz y menos pronunciado en banano y cacao (Figura 3).

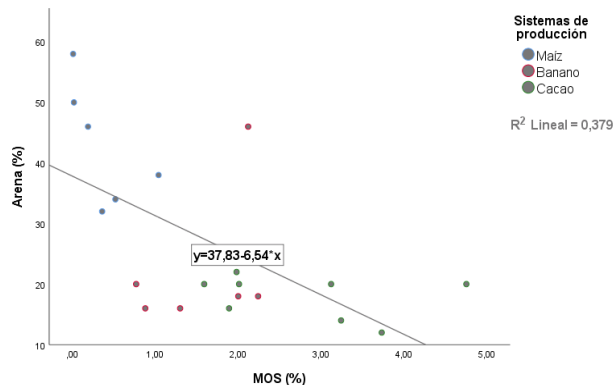


Figura 3. Dispersión agrupada de Arena (%) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La MOS y la CIC

La CIC, independientemente del sistema de producción, presenta alta correlación con la cantidad de MOS, ya que según aumenta el contenido de MOS la CIC aumenta, lo que favorece la fertilidad del suelo, debido al incremento de cationes que pueden ser intercambiados en la solución del suelo y su disponibles para las plantas (Figura 4).

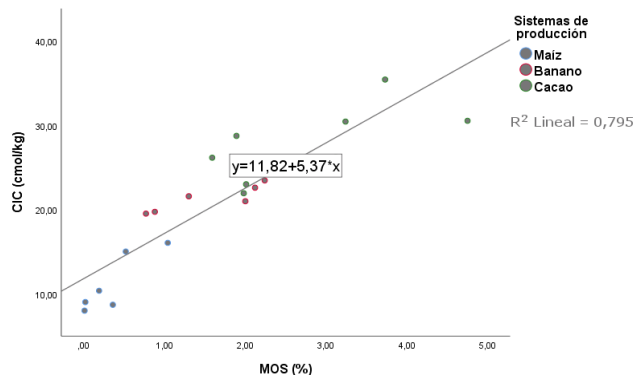


Figura 4. Dispersión agrupada de CIC (cmol/kg) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La degradación del suelo no sólo disminuye los rendimientos de los cultivos, sino que también reduce el almacenamiento de carbono en los ecosistemas agrícolas y la biodiversidad (Castro et al., 2022).

La MOS y el pH

El pH no guarda una relación positiva con el contenido de MOS, como se puede apreciar en la Figura 5, a medida que el valor del pH del suelo aumenta, el porcentaje de MOS disminuye.

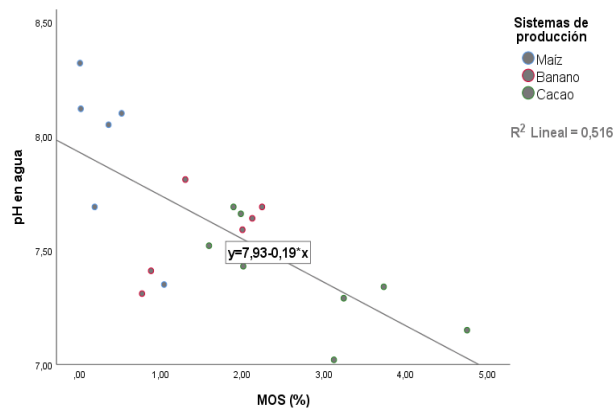


Figura 5. Dispersión agrupada de pH en agua por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La MOS y el N

En la Figura 6 se aprecia una correlación muy alta entre el contenido de MOS y el N total. La MOS es la principal fuente de aporte de nitrógeno al suelo, siendo en este caso, los agroecosistemas de banano y cacao los que presentan el mayor contenido de N, mientras el suelo del sistema de producción de maíz muestra un contenido de

N total inferior, lo cual puede estar influenciado por la frecuencia de labranza que se aplica en el cultivo de maíz, al tratarse de un cultivo de ciclo corto.

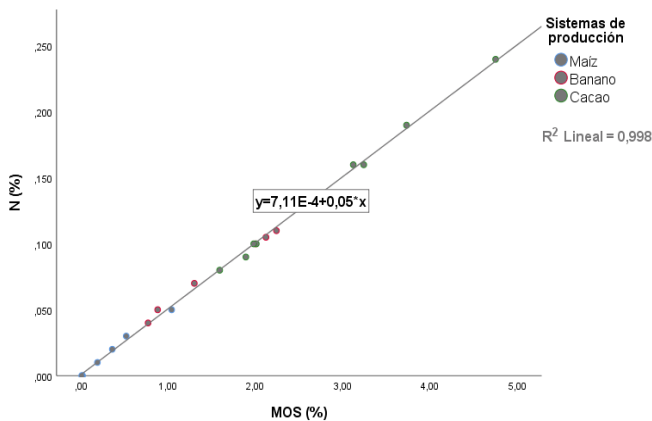


Figura 6. Dispersión agrupada de N (%) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La MOS y el P

La MOS y el contenido de fósforo muestran una relación positiva fuerte, donde se observa que en el cultivo de maíz se alcanzan los valores más bajos de MOS y P, lo cual se encuentra asociado al manejo convencional que se realiza en este cultivo, seguido del banano y el cacao, donde se obtienen valores más altos (Figura 7).

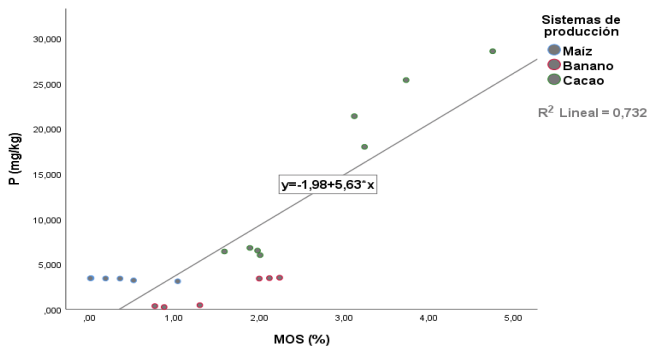


Figura 7. Dispersión agrupada de P (mg/kg) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

Bravo et al., (2013) was evaluated by isotherms from the Langmuir equation using linearized by Scatchard and using the method proposed by Fox and Kamprath. A completely randomized design with sixty treatments, generated from five concentrations of P for six times of incubation, in soil samples with and without organic matter was used. The analysis of variance no show differences in adsorption of P as a function of time of incubation, indicating that the adsorption occurs from time zero. P retention was adjusted according to the Scatchard isotherm with values $L = 0.16 \times 106$ (soil with organic matter, en una investigación desarrollada en un suelo Typic Melanudands del departamento del Cauca, Colombia ocupado con el cultivo de café, obtuvieron alta retención de fósforo en la fracción mineral de alófanos y la MOS presenta alto número de sitios de adsorción de P, aunque con baja afinidad, lo

cual contribuye al incremento en la disponibilidad de P; conformándose lo alcanzado en el presente estudio.

La MOS y el K

La MOS y el contenido de potasio intercambiable muestran una relación positiva débil, lo que se encuentra asociado al bajo aporte que realiza la MOS de este nutrimento. En el cultivo de banano se observan valores bajos de K, lo que se relaciona con el alto consumo que realiza la planta, y en el cultivo de maíz los valores de este elemento son más bajos, debido precisamente al exceso de labranza (Figura 8).

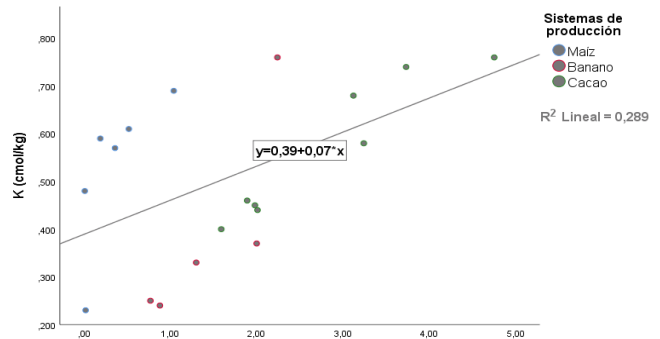


Figura 8. Dispersión agrupada de K (cmol/kg) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La MOS y el Ca

Con relación al calcio ocurre algo similar al potasio, es decir, se presenta una correlación débil entre este elemento y la MOS, siendo los valores de Ca bajos en el cultivo de maíz y banano, en el primer caso se explica por el exceso de la branza y en el segundo por la extracción que realiza el banano en una plantación de más de 30 años sin recibir ninguna aportación de calcio. (Figura 9).

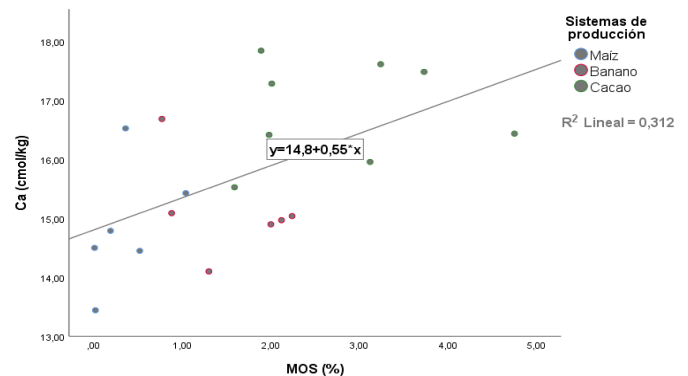


Figura 9. Dispersión agrupada de Ca (cmol/kg) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

La MOS y el Mg

En relación al magnesio no existe correlación con el contenido de MOS, como se puede apreciar en la Figura 10, los valores se encuentran muy dispersos, contenido de MOS bajos como en el caso del agroecosistema de maíz

presenta bajo porcentaje de MO y valores más altos que el agroecosistema de cacao que muestra mayor contenido de MO, mientras el banano manifiesta altos valores de MOS y altos de Mg).

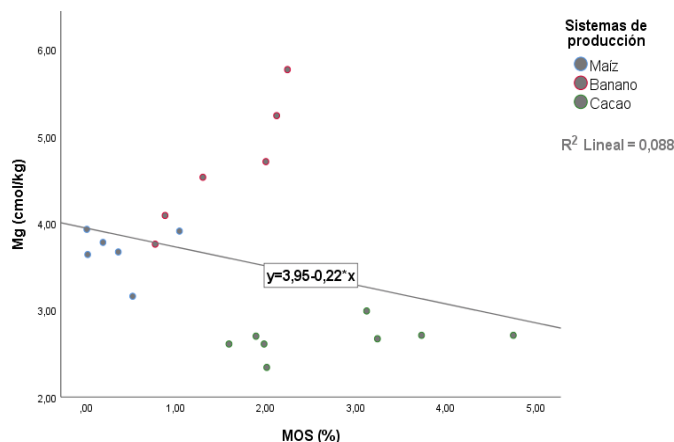


Figura 10. Dispersión agrupada de Ma (cmol/kg) por MOS (%) en cada sistema de producción a una profundidad en el perfil de 0-30 cm

El contenido de MOS es un elemento clave en los sistemas de producción agrícola, se relaciona de forma positiva con las principales propiedades físicas y químicas encargadas de garantizar la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, lo cual coincide por los reportado por Romig et al. (2013) quienes indican que la calidad del suelo se encuentra constituida por el contenido de MO, así como, la actividad y diversidad de microorganismos en un espacio y tiempo determinado.

La degradación del suelo constituye un problema grave que enfrentan en la actualidad en los sistemas de producción agrícola que se utilizan de forma continuada, confirmando lo señalado por Bautista et al., (2004) quienes aseguran que la degradación del recurso natural es una amenaza para el futuro de la humanidad, por ello, se espera (Awoonor et al., 2021) que los pequeños agricultores (constituyen la gran mayoría) respeten al ambiente y se adapten a las condiciones climáticas extremas que imperan en la actualidad a nivel mundial.

CONCLUSIONES

El manejo intensivo y continuado del sistema de producción dedicado a maíz influye en la disminución del contenido de MOS en los primeros 30 cm de profundidad del perfil, con valores menores que en banano y cacao. Se demostró una correlación lineal positiva fuerte entre la MOS y el contenido de N total en los agroecosistemas de maíz, banano y cacao a los 30 cm de profundidad. La MOS y la CIC mostraron una correlación positiva fuerte en los cultivos de maíz y banano, no así, en el cacao. El contenido de fósforo mostró una relación positiva fuerte con la MOS en banano y cacao, sin embargo, en el cultivo de maíz, la correlación fue lineal negativa fuerte. El contenido de potasio intercambiable relacionado con la MOS mostró una correlación lineal positiva fuerte en banano y cacao;

y positiva débil en maíz. Los valores de MOS no presentaron correlación significativa con el contenido de calcio y magnesio intercambiables en los cultivos de maíz, banano y cacao, excepto, la MOS y el Mg en banano que presentaron una correlación positiva fuerte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROCALIDAD. (2022). Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario. Ecuador. <https://www.gob.ec/arcfz>
- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., & Cruz O'Byrne, R. K. (2022). Relación entre nutrientes con carbono, nitrógeno y materia orgánica en suelos de la zona bananera de Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 93–112. <https://doi.org/10.22490/21456453.5186>
- Alejo-Santiago, G; Salazar-Jara, F. I; García-Paredes, J. D; Arrieta-Ramos, B. G; Jiménez-Meza, V. M; Sánchez-Monteón, A. L. (2012). Degradación físico-química de suelos agrícolas en San Pedro Lagunillas, Nayarit. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 323–328. <https://docplayer.es/33113998-Degradacion-fisico-quimica-de-suelos-agricolas-en-san-pedro-lagunillas-nayarit.html>
- Alvarez, R., Alvarez, C. R., Steinbach, H., Salas, J. D., & Grigera, S. (2002). Materia orgánica y fertilidad de los suelos en la Pampa Ondulada. *Informaciones Agronómicas (INPOFOS)*, 14(1417), 11–14. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/0FC500FDFAD-0D85A8525799C0058CD95/\\$FILE/Artículo_Materia_organica_AND_Figuras_artículo_Materia_organica.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/0FC500FDFAD-0D85A8525799C0058CD95/$FILE/Artículo_Materia_organica_AND_Figuras_artículo_Materia_organica.pdf)
- Awoonor, J. K., Yeboah, E., Dogbey, B. F., & Adiyah, F. (2021). Sustainability Assessment of Smallholder Farms in the Savannah Transition Agro-Ecological Zone of Ghana. *Agricultural Sciences*, 12(11), 1185–1214. <https://doi.org/10.4236/as.2021.1211076>
- Bautista, A; Etchevers, J; del Castillo, R. F; Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 13(2), 90–97.
- Bravo, I., Montoya, J. C., & Menjivar, J. C. (2013). Retención y disponibilidad de fósforo asociado a la materia orgánica en un typic melanudands del departamento del cauca, Colombia. *Acta Agronomica*, 62(3), 261–267. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v62n3/v62n3a09.pdf>
- Brito, M. Y; Carrera, L; Santillán, L. M. (2019). Influencia de la Fertilización en la Calidad del Suelo de Cultivo de Maíz - Caso Loreto. *European Scientific Journal ESJ*, 15(9), 51–61. <https://doi.org/10.19044/esj.2019.v15n9p51>

- Castro, A.; Delgado, D. M.; González, R. (2022). La degradación del suelo, impactos y contexto normativo. In Gestión sostenible del recurso suelo, desde los modelos de seguimiento y recuperación en las Fuerzas Militares (p. 13). <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/download/92/88/2299?inline=1>
- Fiallos, G. (2021). La Correlación de Pearson y el proceso de regresión por el Método de Mínimos Cuadrados. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 2491–2509. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.466
- García, A. (2008). La materia orgánica (MOS) y su papel en lucha contra la degradación del suelo. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38578408/9.-Dr.-Alvaro-Garcia.-MOS_Degradacion_Suelo-libre.pdf?1440602385=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMOS_Degradacion_Suelo.pdf&Expires=1688431608&Signature=BEIJTFtZqFrTrXIMPskLZ2vsRhgC1QdqlHg7N
- Hernández, Diego, J., Castro, E., Johel, E., Rangel, C., Sierra, T., Andrés, C., Torrado, A., Karina, M., Sierra, C., Milena, S., Diego, J., Lalinde, H., & Castro, F. E. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *AVFT Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. <http://www.revistaavft.com/>
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>
- MAGAP. (2015). Mapa de Órdenes de Suelos del Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- MAGAP. (2016). MAGAP presenta su rendición de cuentas 2016. <https://www.agricultura.gob.ec/rendicion-de-cuentas-2016/>
- Matus, F. J.; Maire, C. R. (2000). Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. *Revista Agrícola Técnica*, 60(2), 1–13. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072000000200003&script=sci_arttext&lng=en
- Orellana, J., & Lalvay, T. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Tatiana Lalvay Portilla*, 14(1), 65–79. <https://www.scielo.cl/pdf/riat/v14n1/0718-235X-riat-14-01-00065.pdf>
- Romig, D. E., Garlynd, M. J., Harris, R. F., & McSweeney, K. (1995). How farmers assess soil health and quality. *Journal of Soil and Water Conservation*, 50(3), 229-236.
- Van Gestel, C. A. M., Adema, D. M. M., & Dirven-Van Breenen, E. M. (1996). Phytotoxicity of some chloroanilines and chlorophenols, in relation to bioavailability in soil. *Water, Air, and Soil Pollution*, 88(1–2), 119–132. <https://doi.org/10.1007/bf00157417>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Ordenamiento Territorial, Urbanismo y Sostenibilidad*, 1, 28–34. <http://investigacion.utmachala.edu.ec/cumbres/index.php/Cumbres/article/view/15>

NOVEDADES INSTRUCTIVAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA MICROBIOLOGÍA EN LA CARRERA EDUCACIÓN BIOLÓGICA

INSTRUCTIVE NEWS FOR THE TEACHING OF THE MICROBIOLOGY IN THE BIOLOGY EDUCATION RUN

Orlando Gualberto Rodríguez del Rey Piña¹

E-mail: ogrodriguez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6895-4458>

Danay Dominguez Pacheco¹

E-mail: ddpacheco@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7652-3903>

Yidreilys Salas García²

E-mail: yidre83@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6870-9796>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

²Filial de Tecnología de la Salud. Universidad Médica de Cienfuegos

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez del Rey Piña, O. G., Dominguez Pacheco, D., Salas García, Y. (2023). Novedades instructivas para la enseñanza de la Microbiología en la Carrera Educación Biología. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 134-140. <https://aes.ucf.edu.cu>

RESUMEN

La enseñanza de las ciencias biológicas aplicadas en las diferentes carreras universitarias, atraviesa actualmente por dificultades relacionadas con la elección del método que emplea el profesor para abordar los nuevos conocimientos, generados de los avances científicos. Particularmente la microbiología, es una rama de la biología que necesita una revisión constante. Este trabajo, fue realizado, documentando la información científica precedente, y relacionando el enfoque actual de la enseñanza de la disciplina microbiología, en la Carrera Educación Biología, en la Universidad de Cienfuegos. A propósito, se propone insertar nuevos contenidos en el programa analítico de la disciplina, entre los que se encuentran, la microbiología de los alimentos, el medioambiente microbiano, la microbiología exótica y las grandes epidemias en la era de la globalización, el diagnóstico por biología molecular y la microbiología evolutiva. Esto impacta en la superación científica de los nuevos profesionales egresados, y después en la formación integral y vocacional de los educandos.

Palabras clave:

Microbiología exótica, medioambiente microbiano, microbiología evolutiva, programa analítico

ABSTRACT

The teaching of the Biological applied sciences in the different university horse racings, it goes through at present for difficulties related with the election of the method that employs the teacher to approach the new knowledges, generated of the scientific advances. Particularly the microbiology, it is a chase of the biology that needs a cash revision. This work, went carried out, documenting the scientific information precedent, and by relating the current focussing of the teaching of the microbiology discipline, in the biology education run, in the university of Cienfuegos. By the way, proposes insert new contents in the analytic program of the discipline, between those who find, the microbiology of the foods, the microbial environment, the exotic microbiology and the big epidemics in the era of the globalisation, the diagnosis for molecular biology and the evolutionary microbiology. This impacts in the scientific surmourning of the new graduates professionals, and after in the integral formation and vocational of the students.

Key words:

Exotic microbiology, environmental microbial microbiology, evolutionary microbiology, programs analytics.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la (Resolución 47-2022.pdf, 2022.) Reglamento organizativo del proceso docente y de Dirección del Trabajo Docente y Metodológico para las Carreras Universitarias, tiene como objetivo fundamental contribuir continuamente a la formación integral de los profesionales del nivel superior.

Precisamente la microbiología, comenzó a desarrollarse en los Institutos Superiores Pedagógicos, como una asignatura, no como una disciplina, a partir del plan de estudio A. Cuando se elaboró el plan de estudio C, pasó a ser una disciplina, en el plan D se consideró como una asignatura y en el plan E se propuso como una disciplina con dos asignaturas (I y II). Esta se ocupa del estudio de los virus y los microorganismos de los reinos Moneras, Protistas y Hongos. Además, estudia las normas para el trabajo con estos y su utilización en la industria y otras ramas fundamentales de la economía del país, así como en el cuidado y protección de la naturaleza (Delgado Ortiz et al., 2018)

El objeto de estudio de la disciplina microbiología son los microorganismos y sus relaciones en la naturaleza. Esta disciplina prepara a los futuros profesores de Biología en los contenidos necesarios para impartir los programas de las escuelas Secundarias Básicas y de los Institutos Preuniversitarios. El contenido de esta disciplina propicia el desarrollo de habilidades generales y específicas relacionadas con el perfil profesional del egresado, contribuye a la formación y el desarrollo de la concepción científica del mundo al profundizar en el estudio de los organismos microscópicos, que no pueden ser observados a simple vista. De igual manera favorece el trabajo de Educación Ambiental y para la salud al profundizar desde el punto de vista educativo e instructivo en una base teórica y práctica que le permitan orientar correctamente a sus alumnos en las escuelas en cómo prevenir enfermedades de origen microbiano. También las bases para comprender la utilización de los microorganismos en la biotecnología y el desarrollo científico del país (López, 2009).

En esta disciplina es importante prestar especial atención a la formación de un sistema de valores, convicciones, hábitos y aptitudes profesionales que regulen el comportamiento de los estudiantes y estimulen su conducta y su actividad acorde con el sistema socialista cubano. Presupone la formación de valores como: la responsabilidad, laboriosidad, patriotismo, antiimperialismo, internacionalismo, solidaridad, incondicionalidad, honestidad, honradez, así como cualidades morales tales como: la modestia, cortesía, respeto, disciplina y el desarrollo de pensamientos, formas de actuación, relaciones colectivas que deben ser asimiladas en la actividad social, y que, a su vez, constituyen vehículos para la asimilación de conocimientos, ideales y normas morales.

La actividad práctica y experimental es esencial en la disciplina. En las actividades de laboratorio es necesario lograr que los estudiantes desarrollen las habilidades de observación microscópica, identificación y

caracterización entre otras, para que puedan estudiar los microorganismos representantes de bacterias, cianobacterias, protozoos, algas microscópicas y hongos en la preparaciones microscópicas elaboradas por ellos, ya que estas constituyen habilidades profesionales que en el ejercicio de la profesión les permitirán desarrollar con éxito las prácticas de laboratorios relacionadas con estos contenidos. Se debe dirigir la atención al desarrollo de las habilidades para el manejo del microscopio y elaboración de preparaciones frescas, fijadas y coloreadas de bacterias y cianobacterias. Se puede utilizar el yogur y otros cultivos de bacterias no patógenas. (Ministerio de Educación Superior (2016). Programa de Disciplina Práctica de Campo. Plan de estudio E. Carrera Licenciatura en Educación Biología. La Habana).

Partiendo de estas consideraciones, este trabajo, tiene como objetivo, preponer la inserción de nuevos contenidos en currículo electivo/optativo, de la Disciplina Microbiología, que se imparte en la Carrera Educación Biología, en la Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos, para contribuir, a que los estudiantes, se preparen en un tipo de docencia problematizadora, investigativa, e integradora.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base material de este trabajo, tuvo como precedente una revisión documental del Programa de la Disciplina Microbiología, que responde al Plan E, de la Carrera Educación Biología. Utilizando el método histórico lógico, desde el nivel empírico, organizando la información de los nuevos contenidos en forma de epígrafes (1-5), haciendo una síntesis de la importancia de estos nuevos conceptos y su justificación teórica, para lograr una formación científica más abarcadora en los estudiantes, acorde a las exigencias del mundo actual.

Los nuevos contenidos que se proponen, están relacionados con la microbiología de los alimentos, microbiología ambiental, microbiología exótica y epidemiología de las grandes epidemias, nuevas técnicas de pesquaje diagnóstico en la medicina humana, animal y vegetal, así como la microbiología evolutiva

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenidos relacionados con la microbiología de los alimentos

La microbiología de alimentos es una rama de la microbiología que se encarga del análisis de la composición microbiana de los alimentos, mediante técnicas estandarizadas que permiten la detección de diferentes agentes microbianos. Esta disciplina asume el análisis de aspectos positivos que tienen los microorganismos, como la producción de alimentos, y también de aspectos negativos que tienen los microbios sobre los alimentos, como la descomposición de productos alimenticios y la causa de enfermedades hacia las personas que consumen alimentos contaminados con microorganismos (Carrillo et al., 2021).

Los microorganismos, como ya lo han fundamentado teóricos especialistas en la microbiología, se pueden encontrar en varios hábitats, ya sea en nuestro cuerpo, alimentos, el suelo, las plantas, el aire y en toda superficie a nuestro alrededor, es decir los alimentos no son totalmente estériles, debido a que los microorganismos son omnipresentes, aunque no sean visibles al ojo humano. Gran parte de las enfermedades que son transmitidas por alimentos contaminados con microorganismos, se deben a la inoculación de microorganismos ajenos a los microbios comunes de un alimento.

Cuando los alimentos poseen microorganismos de manera natural, el conjunto de microorganismos, se le conoce como microbiota normal, la cual es proveniente del suelo, aire o agua, y cuando los alimentos contienen microorganismos que han sido incorporados por los seres humanos o por alguna superficie con la que han entrado en contacto (no usuales en los alimentos). La microbiota que posee un alimento se puede clasificar de acuerdo al tipo de microorganismo que contenga en: beneficiosos, como la microbiana del yogur; de deterioro como los lácteos descompuestos por bacterias; y patógenos como la microbiota patógena en los alimentos, ejemplo es la estafilocócica provocadora de toxiinfección alimentaria.

Supongamos que un alimento se contamina por un microorganismo. Si se produce un brote en el grupo de personas que han consumido dicho alimento, nos encontramos ante una exposición a un vehículo común, porque todos los casos que se han producido han sido en personas expuestas al alimento presuntamente contaminado. El alimento puede servirse solamente una vez, por ejemplo, en un almuerzo servido por una empresa de servicio de banquetes a domicilio; esto es una exposición única de las personas que lo consumieron. O el alimento puede servirse más de una vez, y por tanto son exposiciones múltiples de las personas que lo consumieron más de una vez (Frioni, 2005).

Los alimentos contaminados con microbios que causan enfermedades se pueden clasificar en tres tipos: alimentos que causan infecciones, intoxicaciones y toxiinfecciones. Según Antillón et al., (1997), para que se genere una infección, debe haber una ingestión de microbios que se multiplican en el hospedero y que las intoxicaciones se produzca por la ingestión de alguna toxina generada por un microorganismo dispuesta en un alimento. En este sentido, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium botulinum*, son ejemplos de bacterias que producen toxinas que causan intoxicaciones al ingerirlas junto con los alimentos.

Toda información básica sobre la microbiología de los alimentos, impacta en la educación sanitaria de los futuros profesionales de la Carrera Educación Biología, y se revierte, durante su ejercicio como profesor en los diferentes niveles de la enseñanza. Pudiendo evidenciar la transformación de los alimentos, de forma macroscópica y microscópica, por el cambio en sus propiedades organolépticas (color, olor y sabor). En aquellos tipos de alimentos más comunes elaborados por el hombre, sobre todo los derivados de las cereales, líquidos, y también en

otros de origen natural, como las frutas, verduras, y vegetales, que son mayormente atacados por bacterias, hongos filamentosos y levaduras. Por lo que el profesor egresado en la Carrera de Licenciatura en Educación Biología, debe contar con los conocimientos necesarios sobre la higiene y conservación de los alimentos, ya que estos son susceptibles de estar contaminados con agentes biológicos patógenos (Antillón et al., 1997)

Contenidos relacionados con la microbiología ambiental

El término ambiente se refiere a todo lo que rodea a un organismo: los factores físicos, químicos y biológicos. Los microorganismos desempeñan roles más importantes de lo que podría inferirse por su pequeño tamaño. Desde una perspectiva ecológica los microorganismos son parte de las comunidades de los llamados ecosistemas. Cada organismo en un ecosistema interactúa con su entorno modificando marcadamente en algunos casos las características del ecosistema.

Los microorganismos se encuentran en todos ambientes naturales. En muchos de ellos, donde los organismos superiores están ausentes, debido a extremos físicos o químicos, gran variedad de microorganismos existe y se desarrollan como en los casos de acidez extrema, desecación, salinidad. Los factores del ambiente afectan a los microorganismos en la naturaleza tanto como lo hacen en el laboratorio. En ambientes naturales, en general, es el nivel y la naturaleza de los nutrientes disponibles, quien determinará los niveles de crecimiento bacteriano. Como estos niveles son en general mucho menores que en el laboratorio, la producción de células en la mayor parte de los ambientes naturales es menor que en los cultivos de laboratorio.

De igual manera, la mayoría de las enfermedades infecciosas y no infecciosas, producen un impacto importante sobre los pacientes por encima y más allá de la mortalidad. Las enfermedades que no son mortales pueden asociarse con un sufrimiento físico y emocional considerable debido a la discapacidad asociada con la enfermedad. Por tanto, es importante considerar el impacto total de la enfermedad midiendo sus efectos sobre la calidad de vida de las personas, incluso aunque dichas medidas no sean de hecho medidas de la ocurrencia de la enfermedad.

Por ejemplo, en los pacientes con artritis es posible examinar el grado de impedimento que supone la enfermedad para realizar sus actividades cotidianas. Aunque existe gran controversia acerca de qué medidas de calidad de vida son las más apropiadas y válidas, por lo general se admite que dichas medidas pueden utilizarse de modo razonable para planificar programas terapéuticos a corto plazo para grupos de pacientes. Dichos pacientes pueden ser evaluados a lo largo de un periodo de meses para determinar los efectos del tratamiento en su calidad de vida, valorada por ellos mismos.

Las medidas de calidad de vida también se han empleado para establecer prioridades en situaciones en las que

los recursos de asistencia sanitaria son escasos para combatir cualquier tipo de enfermedad. Aunque la priorización de los recursos de asistencia sanitaria a menudo se basa principalmente en los datos de mortalidad, la calidad de vida también debe tenerse en cuenta para este fin, porque muchas enfermedades son crónicas y no suponen una amenaza para la vida, pero pueden asociarse con muchos años de discapacidad.

Los pacientes pueden dar más o menos importancia a diferentes medidas de calidad de vida en función de su ocupación y otras actividades, personalidad, antecedentes culturales, educación y valores éticos y morales. Como resultado, la medición de la calidad de vida y el desarrollo de índices válidos que sean útiles para obtener datos comparativos en diferentes pacientes y en diferentes poblaciones siguen siendo un desafío importante. Proyección de la carga futura de la enfermedad de cualquier etiología.

Atendiendo a lo anterior, la microbiología ambiental, se encarga del estudio de las relaciones existentes de los microorganismos en sus entornos naturales. Incluye la ecología microbiana (son las relaciones existentes entre el medio ambiente, agua, aire, suelo, y los microorganismos que en él habitan). La geomicrobiología (ciencia que estudia las relaciones entre los procesos geoquímicos, geológicos y los microorganismos), la diversidad microbiana (es el conocimiento de la enorme variedad de microorganismos que se encuentran en los ecosistemas naturales). Y la biorremediación (es la utilización de los microorganismos para la descontaminación ambiental (Bottale et al., 2015)).

También la microbiología ambiental es una rama de la microbiología sanitaria, que se encarga del análisis y evaluación de la carga microbiana ambiental relacionada con los brotes y focos epidémicos, cuyo desenlace mayor, es por vía digestiva y respiratoria. Por lo que contar con estos conocimientos, hacen del nuevo egresado en Biología, al profesional ideal para educar, buscando las formas de minimizar los riesgos en la comunidad, con una adecuada conducta ambiental de protección individual y colectiva, lo cual se evidenció durante la pandemia Covid-19, y la forma de transmisión aérea del SARS CoV -2.

Microbiología exótica y de las grandes epidemias

Este tema engloba la relación microorganismos-macroorganismos, y sugiere plantear que durante toda la vida el hombre ha estado en contacto con los microorganismos; la salud y el bienestar están influidos por la presencia o la ausencia de éstos en el medio ambiente. De forma natural, la eliminación de los microorganismos parásitos debe ser realizada por los mecanismos de defensa del macroorganismo. Es necesario enfatizar que, aunque los términos infección, infestación, parasitismo y patogenicidad se utilizan frecuentemente como sinónimos, tienen significados diferentes.

La patogenicidad es la propiedad potencial de los microorganismos parásitos de penetrar al hospedero y producir cambios fisiológicos y anatómicos, es decir, producir una enfermedad infecciosa. El grado de patogenicidad de un organismo o capacidad de producir enfermedad es la virulencia, es inherente a una cepa. Por lo que en su actividad laboral los futuros profesores, pueden utilizar numerosos ejemplos, donde demuestren los tipos de relaciones (beneficiosa o perjudicial) de los microorganismos con las plantas, los animales y el hombre, así como contribuir a la divulgación de la importancia de la vacunación y de la medicina preventiva.

En este sentido, la vigilancia tiene un papel fundamental en la salud pública. Los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, Centers for Disease Control and Prevention) definieron la vigilancia epidemiológica como la «recogida sistemática continua, el análisis y la interpretación de datos sanitarios esenciales para la planificación, implementación y evaluación de prácticas de salud pública estrechamente integradas con la difusión oportuna de estos datos a quien necesite conocerlos» (León, 2014).

La vigilancia puede servir para estudiar los cambios en la frecuencia de la enfermedad o para evaluar los cambios en los niveles de los factores de riesgo de enfermedades específicas. Gran parte de nuestra información sobre la morbilidad y la mortalidad de la enfermedad proviene de programas de vigilancia sistemática de la enfermedad. La vigilancia se emplea comúnmente en las enfermedades infecciosas, pero en los últimos años se ha vuelto cada vez más importante para controlar los cambios en otros tipos de enfermedades, como malformaciones congénitas, enfermedades no transmisibles, patologías por toxinas ambientales y para lesiones o enfermedades tras desastres naturales, como huracanes o terremotos. Es el método principal a través del cual las agencias federales en Estados Unidos, como la Agencia de Protección Ambiental (EPA, Environmental Protection Agency), identifican los contaminantes de preocupación emergente (CEC, contaminants of emerging concern). La vigilancia también se utiliza para controlar el grado de cobertura de las campañas de vacunación y la protección de una población y para estudiar la prevalencia de microorganismos resistentes a fármacos, como el paludismo y la tuberculosis (Benenson, 1992).

Y entre un grupo de enfermedades que, actualmente están siendo objeto de vigilancia activa, se encuentran las enfermedades infecciosas emergentes (EIE), las cuales, constituyen una de las amenazas más graves para la salud pública de cualquier país. Estas se consideran como una serie de entidades que surgen en lugares y momentos específicos y se convierten o amenazan con convertirse en nuevas epidemias. Se definen también como infecciones nuevas, aparecidas en la población en los últimos 30 años (ejemplo el cólera). Y las enfermedades infecciosas reemergentes (EIR) son aquellas que ya habían sido aparentemente erradicadas o disminuida

su incidencia (ejemplo el virus de la poliomielitis). Estas enfermedades existieron con anterioridad, y se presumía que habían desaparecido o disminuido; sin embargo, comienzan a elevar su incidencia o su alcance geográfico en los últimos 10 años.

La microbiología exótica, o también llamada tropical, se encarga de estudiar la biología de los nuevos vectores y agentes biológicos, productores de enfermedades en los seres humanos, animales y plantas, y se acompaña de estudios epidemiológicos estadísticos, que tienen como objetivo interrumpir la cadena de transmisión. En el contexto actual, cuando la humanidad está interconectada, a través del comercio y el turismo, muchos microorganismos son desplazados desde sus hábitats naturales (Ejemplo el nuevo Coronavirus SARS -CoV-2), y se expanden de manera rápida, después, consiguen adaptarse a los nuevos reservorios y ecosistemas, creando un problema medioambiental e higiénico - sanitario global (Guzmán, 2018).

Tanto las EIE, como las EIR, causan sufrimiento humano, y considerables pérdidas económicas. Por lo que el nuevo profesional que imparte la asignatura de Biología, deberá conocer estos eventos comunes, transmitiendo a sus educandos los factores causales de estas enfermedades, y cómo minimizarlos en la comunidad, trabajando con los factores de riesgo.

Nuevas técnicas de pesquisaje diagnóstico en la medicina humana, animal y vegetal

El diagnóstico molecular ha tenido un amplio desarrollo en todo el mundo, y se ha convertido en una herramienta que está revolucionando todas las áreas de la medicina. Con el apoyo de estas nuevas tecnologías las ciencias médicas, que en algún tiempo tuvieron como propósito la curación y/o prevención las enfermedades, ahora tienen un enfoque predictivo y personalizado, gracias al estudio molecular de los ácidos nucleicos tanto del ser humano como de los agentes patógenos, de sus productos, así como de las interacciones entre ellos.

Las técnicas de biología molecular permiten la extracción, purificación y aislamiento del material genético (los ácidos nucleicos), tanto ADN como ARN de las células animales, las plantas y los microorganismos. Existen tres técnicas básicas de biología molecular que son la amplificación, separación, y detección de secuencias. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR), es específicamente utilizada para la amplificación, un instrumento indispensable para una gran variedad de aplicaciones en la agricultura, la medicina y la industria biotecnológica (Martínez -Echavarría et al., 2017).

La técnica de PCR fue descubierta en el año 1983 por Kary Mullis y por ella le fue concedido el premio Nobel. Con la PCR se realiza in vitro el proceso de replicación del ADN. Está basado en la acción de la polimerasa, que como se sabe es la enzima que dirige la síntesis

de ADN, y desde una cadena simple de ADN sintetiza la complementaria. Así, el desarrollo de la Reacción en Cadena de la Polimerasa o PCR (del inglés Polymerase Chain Reaction) es uno de los avances tecnológicos de mayor impacto en las técnicas de Biología Molecular y debido a sus múltiples aplicaciones constituye un importante progreso en el área de diagnóstico e identificación molecular. Una de sus mayores ventajas corresponde a la simplicidad de la reacción y a la relativa facilidad en los pasos de manipulación del material de trabajo, permitiendo la adopción de la técnica de PCR en diversos ámbitos (Aguilar et al., 2018).

La técnica de PCR es un proceso de síntesis in vitro de ADN, en el cual se copia una hebra complementaria a partir de una mezcla compleja de material, usualmente llamada ADN templado, extendiéndose en dirección 3' a 5', a partir de un iniciador, cebador o "primer". Se utiliza para amplificar un fragmento definido de ADN y con ella se consiguen millones de copias de la secuencia específica en pocas horas, ya que la amplificación por ciclos sucesivos, es un proceso de multiplicación exponencial, que genera suficiente producto que puede acumularse y ser visualizado. Una sola molécula puede generar más de un billón de copias de sí misma, luego de 30 ciclos de replicación exponencial.

La cantidad necesaria, en principio necesitaría sólo una molécula de ADN, aunque habitualmente, se toman cantidades alrededor de un microgramo. La molécula de ADN es muy estable, por lo que puede ser recogida generalmente, sin métodos purificadores, a partir de productos biológicos diversos como tejidos frescos, incluidos en parafina, esperma, lavados bronquiales, material de mucosas tomado con torunda, pelos, sangre, extendidos citológicos, material desecado de momias, entre otros.

Al respecto la Biotecnología de cuarta generación, está incursionando en diferentes campos y saberes de la ciencia actual, como por ejemplo en Genómica, que es el conjunto de ciencias y técnicas dedicadas al estudio integral del funcionamiento, el contenido, la evolución y el origen de los genomas. Las ciencias genómicas han tenido un importante auge en los últimos años, sobre todo gracias a las tecnologías avanzadas de secuenciación de ADN, a los avances en la bioinformática, y a las técnicas cada vez más sofisticadas para realizar análisis de genomas completos. Lo cual ha contribuido al avance de distintos campos de la ciencia como la Medicina, y la Agricultura.

También en la Proteómica, que es el estudio a gran escala de las proteínas, en particular de su estructura y función. El estudio y comparación sistemáticos del proteoma en diferentes situaciones metabólicas y/o patológicas, permite identificar aquellas proteínas cuya presencia, ausencia o alteración se correlaciona con determinados estadios fisiológicos. En el caso concreto del análisis proteómico asociado a patologías concretas, es posible identificar proteínas que permitirían diagnosticar la enfermedad o

pronosticar la evolución de la misma. Dichas proteínas se conocen con el nombre genérico de biomarcadores.

Y la Terapia génica, que consiste en la inserción de elementos funcionales ausentes en el genoma de un individuo. Y se realiza en las células y tejidos con el objetivo de tratar una enfermedad o realizar un marcaje. La técnica todavía está en desarrollo, motivo por el cual su aplicación se lleva a cabo principalmente dentro de ensayos clínicos controlados, y para el tratamiento de enfermedades severas o bien de tipo hereditario o adquirido. Cuyos usos más notables son en el tratamiento de enfermedades genéticas, pero hoy en día se plantea ya para casi cualquier enfermedad. Por ejemplo, en la introducción en una célula de genes normales que realicen la función que no pueden realizar los genes defectuosos. También en la introducción de un gen terapéutico, especialmente diseñado para suministrar una propiedad a las células. Ejemplo para tratar el cáncer (2004). Universidad para todos. Curso de Introducción a la Biotecnología).

Por lo que los avances en la biología molecular, mediante la secuenciación de genes, y genomas completos de algunos organismos, permiten ahora, diseñar nuevas técnicas diagnósticas y de tratamiento, utilizando biomarcadores, compuestos bioactivos, vacunas, para el control, por ejemplo, del cáncer, y otras enfermedades en las plantas y animales. Esto supone formar al profesional en la Carrera Educación Biología con estos nuevos conocimientos revolucionarios, que se están produciendo en las ciencias biológicas, podrá entonces documentar a sus educandos sobre los adelantos científicos y sus aplicaciones en la medicina y agricultura.

Microbiología evolutiva

El único requisito absoluto para la vida es una fuente de energía. Por este motivo, es interesante determinar la zona de habitabilidad de diferentes estrellas, pero la noción de habitabilidad planetaria implica el cumplimiento de muchos otros criterios geofísicos, geoquímicos y astrofísicos para que un cuerpo cósmico sea capaz de sustentar vida. Como se desconoce la existencia de vida extraterrestre, la habitabilidad planetaria es, en gran parte, una extrapolación de las condiciones de la Tierra y las características del Sol y el Sistema Solar que parecen favorables para el florecimiento de la vida. Es de interés particular el conjunto de factores que ha favorecido el surgimiento en la Tierra de organismos pluricelulares y no simplemente organismos unicelulares. La investigación y la teoría sobre este tema son componentes de la ciencia planetaria y la disciplina emergente de la astrobiología (2005). Universidad para todos. Curso de Diversidad Biológica).

La idea de que otros planetas puedan albergar vida es muy antigua, aunque históricamente ha estado enmarcada dentro de la filosofía tanto como dentro de las ciencias físicas. El final del siglo XX vivió dos grandes avances en esta materia. Para empezar, la exploración robótica y la observación de otros planetas y satélites del Sistema

Solar han proporcionado información esencial para definir los criterios de habitabilidad y han permitido establecer comparaciones geofísicas sustanciales entre la Tierra y otros cuerpos. El descubrimiento de planetas extrasolares —que comenzó en 1992 y se ha disparado desde entonces— fue el segundo hito. Confirmó que el Sol no es único albergando planetas y extendió el horizonte de la investigación sobre habitabilidad más allá del Sistema Solar.

Un añadido interesante a los factores que fomentan la emergencia de la vida es la noción de que la propia vida, una vez formada, se convierte en un factor de habitabilidad por derecho propio. Un ejemplo importante en la Tierra fue la producción de oxígeno a cargo de las antiguas cianobacterias, y luego de las plantas fotosintéticas, dando como resultado un cambio radical en la composición de la atmósfera terrestre. Este oxígeno resultaría ser fundamental para la respiración de las especies animales posteriores.

Esta interacción entre la vida y la habitabilidad posterior se ha estudiado de varias maneras. La hipótesis Gaia, un tipo de modelo científico de la geobiosfera fundada por sir James Lovelock en 1975, afirma que la vida como un todo fomenta y sostiene unas condiciones adecuadas para ella misma, ayudando a crear un entorno planetario apto para su continuidad; en su versión más dramática, la hipótesis Gaia sugiere que los sistemas planetarios se comportan como un tipo de organismo. Las formas de vida más exitosas cambian la composición del aire, el agua y el suelo de forma que aseguran la continuidad de su existencia, una extensión controvertida de las leyes aceptadas de la ecología.

La microbiología evolutiva es el estudio de la evolución de los microbios. Incluye también la sistemática y la taxonomía, creando el vínculo molecular a través del ADN microbiano con la demás especies y organismos que hoy pueblan la tierra. La genómica y proteómica, ahora permiten identificar y secuenciar masivamente un microorganismo de manera directa en un breve lapso de tiempo, incluso relacionarlo filogenéticamente con sus antepasados comunes (Negrón, 2018).

Esta rama de la microbiología, parte de los inicios de la formación de la vida sobre la tierra, cuando un antepasado común universal de aspecto bacteriano fue evolucionando (Protobionte), hasta convertirse en las nuevas células que hoy portan todos los organismos de las diferentes especies, cuyos rastros fósiles, son analizados para buscar el vínculo con otras formas de vida, incluso, fuera de nuestro planeta (Margullis, 2002).

Estos conocimientos son de vital importancia para el profesor de biología, en las diferentes enseñanzas, conduciendo al alumno en la hipótesis materialista del mundo, que explica el origen de la vida, excluyendo aquellas teorías que emplean razonamientos metafísicos y sobrenaturales.

CONCLUSIONES

La evidencia encontrada en los análisis muestra que el complejo enzimático utilizado en la hidrólisis permitió la síntesis de nanopartículas, cumpliendo así con la hipótesis planteada ya que con el análisis FTIR se observa el ataque en los enlaces glucosídicos, se destacaron los picos formados en los espectros a 1660-1650 cm^{-1} , con mayor cantidad de agua ligada luego de usar celulosa malla 30 (0.6 mm). En el análisis de XDR se mostraron dos picos importantes, uno (16°) y un segundo (22°), correspondientes a arreglos cristalinos ordenados en la formación de nanocelulosa de cristalinidad requerido para concluir que se obtuvo nanocelulosa cristalina. Los picos obtenidos en DSC a 211°C indican un aumento en la cantidad de celulosa, esto confirmó la mayor cristalinidad y estabilidad térmica del producto después de esta hidrólisis. Morfológicamente gracias al análisis TEM cumple con las características que citan algunos autores en cuanto a la forma alargada y de varilla, además de que se encontraron tamaños de varillas de hasta 20 nm.

En cuanto a la adición al proceso de la utilización de diálisis se pudo comprobar esta es de apoyo para mantener la neutralidad de la muestra sin embargo esta no afecta los análisis de las muestras de nanocelulosa.

Por último, se considera ampliamente que la cascarilla de arroz es una alternativa viable para transformar este residuo agroindustrial en biomasa y a su vez está en un subproducto con valor comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Martelli-Tosi, M., Torricillas, M., Martins, M., Assis, O. and Tapia-Blácido, D., (2016). Using Commercial Enzymes to Produce Cellulose Nanofibers from Soybean Straw. *Wasmannia Auro-punctata Journal of Nanomaterials*, ID 8106814, 1-10. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8106814>
- Michelin, M., Gomes, D., Romani, A., Polizeli, M. and Teixeira, J., (2020). Nanocellulose Production: Exploring the Enzymatic Route and Residues of Pulp and Paper Industry. *Molecules*, 25(15), 3411. <https://doi:10.3390/molecules25153411>
- Johar, N., Ahmad, I., Dufresne, A. (2012). Extraction, preparation y characterization of cellulose fibres y nanocrystals from rice husk. *Industrial Crops and Products*, 37 (1): 93-99. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.12.016>
- Santos, L. J. J. y Silva, A. C. A. (2019). Obtención de nanocelulosa a partir de la cascarilla de arroz mediante hidrólisis ácida, [Tesis doctoral], Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40057/1/4011370%2020obten%20nanocelulosa%20a%20partir%20cascarilla%20arroz%20mediante%20hidr%C3%B3lisis%20%C3%A1cida.pdf>

Ribeiro RSA, Pohlmann BC, Calado V, Bojorge N, Pereira N Jr. (2019). Production of nanocellulose by enzymatic hydrolysis: Trends and challenges. *Engineering in Life Sciences*. 27;19(4):279-291. <https://doi:10.1002/elsc.201800158>.

Hernández P.R. Salgado D.R., Olarte P.A., Salgado D.A., García H.E., Martínez C.F. (2022). Comparing Acid and Enzymatic Hydrolysis Methods for Cellulose Nanocrystals (CNCs) Obtention from Agro-industrial Rice Husk Waste, *Journal of Nanotechnology* Volume 2022, Article ID 5882113, 11 pag. <https://doi.org/10.1155/2022/5882113>.

Hernández P. R., Olarte P.A., Salgado D.R., & Salgado D. A.M., (2021). "Rice husk Var. 'Morelos A-2010' as an eco-friendly alternative for the waste management converting them cellulose and nanocellulose," *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, vol. 101, 1–16. DOI: [10.1080/03067319.2021.1972991](https://doi.org/10.1080/03067319.2021.1972991)

Liu H., Liu D., Yao F. and Wu Q. (2010). Fabrication and properties of transparent polymethyl methacrylate/cellulose nanocrystals composites. *Bioresour. technol.* 101, 5685. [doi:10.1016/j.biortech.2010.02.045](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.045).

Chandra C.S.J., George N., Narayanankutty, S.K. (2016). Isolation and characterization of cellulose nanofibrils from arecanut husk fibre. *Carbohydrate Polymers*, 142 (), 158–166. doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.01.015.

Flauzino N. Wasmannia Auro-punctata P., Silverio H. A., Dantas N. O. and Pasquini D. (2013). Extraction and characterization of cellulose nanocrystals from agro-industrial residue – soy hulls. *Industrial Crops and Products*, 42, 480–488.

Champion C. A., Castillo A. A., Martínez O, S., Picazo, J. C. T., González A. V, and Franco, P. J. H. (2012). Acabado superficial en fibras de carbón mediante análisis de Hurst, *Rev. Iberoam. Polym*, 13, 151–157.

Vargas J., Alvarado, P., Vega, Baudrit B.J and Porras, M. (2013). Caracterización de subproducto cascarillas de arroz en búsqueda de posibles aplicaciones como materia prima en procesos. *Rev. Científica. Univ. Costa Rica*, 23 (1,) 86–101.

Onoja, D.A., Ahemen I., and Iorfa, T. F. (2019). Synthesis and characterization of cellulose based nanofibers from rice husk. *IOSR Journal of Applied Physics*, 11 (2), 80–87.

19

Recibido: mayo, 2023 Aprobado: junio, 2023 Publicado: agosto, 2023

PROPIEDADES FÍSICAS Y COMPONENTES DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LA FINCA MARIPA, CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS

PROPERTIES PHYSICS AND SOIL FERTILITY COMPONENTS ON THE MARIPA FARM, MUNICIPALITY CUMANAYAGUA, CIENFUEGOS PROVINCE

Yusbiel José León Valdívies¹

Email: yusbielleon@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8017-7681>

Lázaro Jesús Ojeda Quintana²

Email: lazaroojq@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2340-2876>

Adrian Aquila Martínez¹

Email: adrian.aguila2003@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8267-4650>

Yanoris Bernal Carrazana³

E-mail: ybernal@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8706-2946>

¹Productor Finca Maripa, Granja Urbana, Cumanayagua, Cienfuegos, Cuba

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos, Cuba.

³Unidad Científico Tecnológica de Base Suelos, Barajagua, Cienfuegos. Instituto de Suelos.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

León Valdívies, Y. J., Ojeda Quintana, L. J., Aquila Martínez, A., Bernal Carrazana, Y. (2023). Propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo en la Finca Maripa, Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 141-149. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue realizar análisis físicos, químicos y biológicos al suelo en la Finca familiar Maripa. Se identificaron los campos (tratamientos) y se adecuaron a un diseño experimental en Bloques al azar con nueve tratamientos y cuatro réplicas. Los datos se procesaron estadísticamente, mediante un ANOVA de clasificación simple. Independientemente de las diferencias estadísticas que pudieran existir, los suelos en los sitios estudiados presentaron gran similitud. Las observaciones arrojaron un suelo no plástico, erosionado, con un predominio alto de arena, coeficiente de permeabilidad excelente, factor de estructura y estabilidad de los agregados malos y baja porosidad, con peso específico mayormente mediano y densidad aparente alta, que indica un predominio de compactación del suelo. El pH de ligero a medianamente ácido, contenido de materia orgánica y reserva de carbono en el suelo muy bajo, al igual que el fósforo asimilable. Se concluye que los suelos de la finca presentan un marcado deterioro de sus principales componentes físicos, químicos y biológicos que pueden afectar su fertilidad. Se recomienda aplicar un programa integral de mejoramiento del suelo a corto y mediano plazo para facilitar una recuperación paulatina de su productividad.

Palabras clave:

Propiedades químicas y físicas del suelo, fertilidad, manejo, erosión.

ABSTRACT

The objective of this work was to carry out physical, agrochemical and biological analysis of the soil in the Maripa family farm. The fields (treatments) were identified and adapted to an experimental design in randomized blocks with nine treatments and four replicates. The data was statistically processed, using a simple classification ANOVA. Regardless of the statistical differences that may exist, the soils in the studied sites presented great similarity. The observations showed a non-plastic, eroded soil, with a high predominance of sand, excellent coefficient of permeability, structure factor and stability of bad aggregates, and low porosity. The specific weight mostly medium, a high apparent density, which indicates a predominance of soil compaction. The pH is light to moderately acidic, the organic matter content and the carbon reserve in the soil are very low, as is the assimilable phosphorus. It is concluded that the soils of the farm present a marked deterioration of its main physical and chemical components that can affect its fertility. It is recommended to apply a comprehensive soil improvement program to improve these indicators in the short and medium term and facilitate a gradual recovery of its productivity.

Keywords:

Chemical and physical properties of the soil, fertility, management, erosion.

INTRODUCCIÓN

Cuba invierte alrededor de 2 000 millones de dólares en la importación de alimentos cada año (ONEI, 2018). Ante el complejo escenario actual, el Estado cubano apuesta por la producción local de alimentos como condición esencial para el desarrollo. Alcanzar la soberanía alimentaria y nutricional constituye un asunto estratégico para Cuba (Pérez et al., 2021).

El año 2015 fue declarado por la Asamblea General de Naciones Unidas como Año Internacional de los Suelos y coincidentemente, se cumplió el 50 Aniversario de la fundación del Instituto de Suelos de Cuba. Como quiera que el suelo es un recurso natural principal, y conociendo su estrecha relación con la producción de alimentos, el cambio climático y la prioridad que el gobierno cubano da a alcanzar la Seguridad Alimentaria resulta fundamental prestarle la máxima atención. La degradación de los suelos constituye el principal problema ambiental de Cuba, el país priorizó el establecimiento de programas dirigidos a la conservación y mejoramiento de los suelos (Muñiz, 2015).

En Cuba se viene trabajando en el diagnóstico de la degradación de los suelos, para lograr la sostenibilidad de los mismos mediante investigaciones a mediano y largo plazo, sobre la base de los llamados sectores y parcelas de referencia (Hernández et al., 2006a).

Estudios sobre la degradación del suelo por procesos erosivos en la Región Central de Cuba comenzaron en la década del 80 con investigaciones desarrolladas por la Unidad Científico Tecnológica de Base (UCTB) de Suelos, Barajagua, Cumanayagua, Cienfuegos. Se pudo constatar las causas antropogénicas en la aceleración de este proceso degradativo y además su incidencia desfavorable en propiedades físico-químicas del suelo y rendimientos agrícolas de las cosechas, entre otras (Hernández et al., 2018).

El aumento en la intensidad del uso de los suelos es un factor del cambio global de importancia en la degradación de los agroecosistemas que pone en riesgo su uso sustentable y afecta la pérdida de los servicios ecosistémicos provistos por los suelos (Nicosia et al., 2020).

El recurso natural suelo en Cuba muestra un alto grado de deterioro, observándose incidencias de varios factores limitantes, incluso en una misma área, entre ellos: 43 % de los suelos está afectado por erosión fuerte a media (3,0 millones de hectáreas); 40 % por mal drenaje (2,7 millones de hectáreas); 70 % por bajo contenido de materia orgánica (4,7 millones de hectáreas); 37 % por baja retención de humedad (2,5 millones de hectáreas); 24 % por compactación (1,6 millones de hectáreas); 15 % por salinidad y sodicidad (1,0 millón de hectáreas); 12 % por pedregosidad (1,0 millón de hectáreas) y 10 % por acidez, pH en KCL \leq 4,6, con 0,7 millones de hectáreas comprometidas (CITMA, 2020).

En la actualidad las transformaciones en la agricultura cubana apuntan cada vez más a nuevos usufructuarios de la tierra, en función de perfeccionar el modelo de gestión

agropecuaria, para disponer de un sistema agroalimentario sostenible. Dentro de ellos, el incremento de fincas familiares y huertos caseros es cada vez más frecuente. Esta modalidad de fincas se considera una de las actividades agrícolas más antiguas; ha evolucionado a través de generaciones con una intensificación progresiva del uso del suelo (Kumar y Nair, 2004).

Galhena et al., (2013) alegan que la concepción de estas fincas está en la estrecha combinación de árboles, arbustos y cultivos anuales, también asociados con animales, para garantizar la seguridad alimentaria y económica familiar, y además la comercialización de sus productos, el intercambio de conocimientos y la cohesión con la comunidad. Por lo que, resulta primordial la asesoría a los emprendedores que asumen la producción agropecuaria bajo esta modalidad en función de garantizar un uso más eficiente del suelo y sus bienes y servicios.

El objetivo del presente trabajo fue realizar análisis químicos, físicos y biológicos del suelo en la Finca familiar Maripa para identificar los principales componentes de su fertilidad, y de esta forma facilitar a su equipo de trabajo criterios técnicos que les permitan establecer un manejo adecuado del suelo para lograr una mejor protección del mismo e incrementar los rendimientos agrícolas de sus principales cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la finca Maripa, perteneciente a la UBPC Agricultura Urbana del municipio de Cumanayagua, provincia. Posee una superficie de 5,40 ha, de ellas 3,40 ha dedicadas a cultivos varios y 2,00 ha para pastos y forrajes. La pluviometría se caracteriza por un período lluvioso (mayo-octubre) y menos lluvioso (noviembre-abril), con un promedio anual de precipitaciones superior a los 1400 mm.

Para el análisis químico-físico y biológico del suelo se identificaron los campos, los cuales conformaron una Unidad experimental por independiente:

1. Campo 1: Entrada
2. Campo 1a: El Molino
3. Campo 2: La Barrera
4. Campo 2a: El Tanque
5. Campo 3: La Arboleda
6. Campo 4: La Ventana
7. Campo 4a: Casa Vieja
8. Campo 5. Taza de oro
9. Área en barbecho



Figura 1. Vista de la finca. Campos en preparación de suelo y cultivo de girasol

El suelo del área de estudio se clasifica como un tipo genético de suelo Pardo Grisáceo, Subtipo erogénico. Las características que definen a estos suelos como tipo genético, diferenciándolos de los otros suelos del tipo Pardo es su nivel más bajo de fertilidad, sobre todo por la textura ligera, menor capacidad de retención de nutrientes y humedad, así como una reacción del suelo más ácida. Los Subtipos se establecen sobre a base de la presencia de horizonte mullido, características arénicas, humificación, presencia de nódulos ferruginosos y la evolución agrogénica o erogénica (Hernández et al., 2015).

El área se caracteriza por una pendiente del terreno ondulada estimada en un 32 %. La sensación al tacto del suelo en todos los casos resultó áspera, con predominio mayor de fracción de arena y muy escasa presencia de partículas finas (limo y arcilla), lo que podría indicar un suelo franco-arenoso, que coincide con Hernández et al., (2015), al referir que las variedades de estos suelos por su textura presentan un predominio de textura franco arenoso y arenoso francosa. Mostró un horizonte mullido y la presencia escasa de nódulos ferruginosos.



Figura 2. Corte del suelo, trazas de nódulos ferruginosos y terrones

La toma de muestras se realizó en cada campo el 16 de julio del 2022 por el método del Entramado al azar, en forma de zigzag (IGAC, 2006). Se conformaron 4 muestras compuestas por campo, a una profundidad entre 0 y 20 cm que constituyeron las repeticiones. Los análisis

Se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Análisis físicos e hidrofísicos:

- Coeficiente de permeabilidad (Log 10k), por el método de Henin et al., (1958).
- Factor de estructura (% FE), según Vageler & Alten (1931).

- Agregados Estables (% AE), por Henin et al., (1958).
- Límite Superior de Plasticidad (% hbss LSP), por el método del Cono de Balancín de Vasiliev (Atterberg, 1911).
- Peso específico del suelo o densidad real (g/cm³ Pe), según el método del pignómetro, mediante ebullición (NRAG 370, 1980).
- Densidad aparente del suelo (g/cm³ Da), por el método del cilindro (NRAG 370, 1980).
- Humedad (% hbss), por gravimetría en la estufa a 105 °C hasta llevar peso constante (NC 110, 2001).
- Porosidad total (Pt), por cálculos $Pt = (1 - (da/Pe)) * 100$

Análisis químicos:

- pH (KCl), por el método potenciométrico, usando la relación de suelo: solución 1:2,5 (NC ISO-10390, 1999).
- P asimilable (mg 100 g de suelo P₂O₅), método de Olsen et al. (1954).
- Conductividad Eléctrica (µS/cm CE), mediante el método del conductímetro, usando la relación de suelo: solución 1:5. Se calcula por la fórmula Cond. Elect. a 25 °C = Cond. Elect. T X ft (NC ISO-112, 2001).

Análisis biológicos:

- Materia Orgánica (% MO), por el método colorimétrico de Walkley y Black por oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado (NC ISO-51, 1999).
- Reserva de carbono del suelo (mg. ha⁻¹ RC) a una profundidad de 0 a 20 cm: Se calculó el Carbono orgánico en el suelo, a partir de la ecuación de Kass (Bojórquez-Serrano et al., 2015):
 $\% \text{ COS} = \frac{\% \text{ MO}}{1,724}$; posteriormente se cuantificó la RC, por la fórmula:
 $\text{RC (mg/ha}^{-1}\text{)} = \% \text{ COS} * \text{Da} * \text{Ps}$ (Hernández et al., 2013), donde:

RC: Reserva de carbono orgánico en el suelo (mg/ha⁻¹)

% COS: porcentaje de carbono orgánico en el suelo

Da: densidad aparente (g/cm³)

Ps: profundidad del suelo (cm).

Análisis estadístico

Todos los caracteres cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por lo cual se procedió a efectuar un ANOVA. Para la discriminación de medias se utilizó la prueba de comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$), en los casos en que el ANOVA resultó significativo. Como herramienta de uso, el programa estadístico SPSS (versión 15.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 3 muestra el pH y la materia orgánica del suelo. Independientemente de las diferencias estadísticas que puedan existir, los suelos de los sitios estudiados presentan gran similitud, un pH entre ligera y medianamente

ácido, de acuerdo a la clasificación de MINAG, (1984) y ácido (entre 5 y 5,5), según Martín (2011). Señalar el Campo 1a El Molino con un valor de 6,77, que lo ubica en tipo neutro, de acuerdo a los autores anteriormente mencionados.

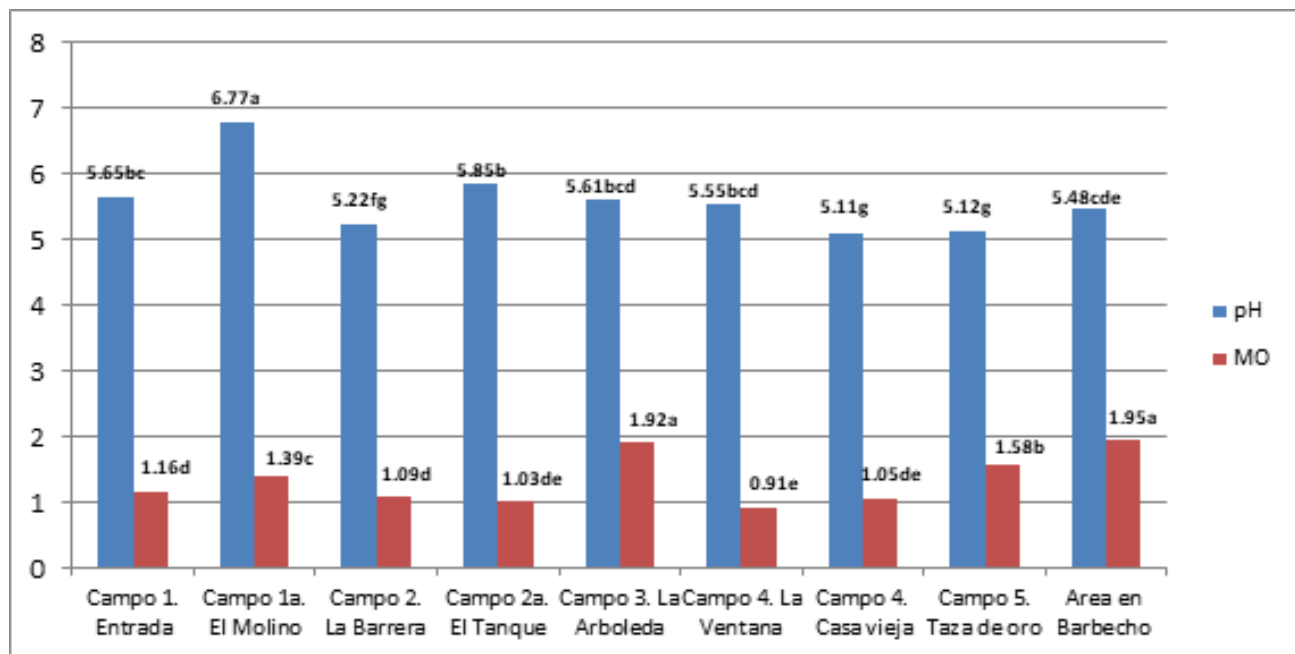


Figura 3. Contenido de materia orgánica del suelo y valor del pH

ES±: 0,5104*-0,4003*

Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

El pH 6,77 del Campo 1a, El Molino difirió estadísticamente de forma absoluta con el resto de los tratamientos. No resulta común encontrar este pH en un suelo Pardo Grisáceo erogénico; los productores refieren que en esta área se ha aplicado compost y materia orgánica descompuesta en campañas anteriores, además de incorporar rastrojos post cosecha de cultivos varios, lo que pudiera influir de forma paulatina en la corrección del pH. Similar tendencia encontró Hernández et al., (2015) al evaluar efecto de medidas de mejoramiento y conservación de suelo en la región central de Cuba en áreas bajo distintos usos.

El contenido de materia orgánica estuvo muy bajo, según Martín (2011) que ubica valores inferiores a 1,5 % en esta categoría. En la misma se incluyeron todos los tratamientos, excepto los campos La Arboleda, Taza de oro y el área en Barbecho, los que resultaron bajos, de acuerdo con MINAG, (1984), con un < 2 % de materia orgánica.

Resulta evidente la pobreza de los suelos en cuanto a materia orgánica, atribuida, no solamente a la procedencia erogénica, sino también a una limitada aplicación de medidas de mejoramiento del suelo (dígase abonos verdes, rotación y asociación de cultivos, enmiendas orgánicas, así como un limitado trabajo de conservación en las áreas con mayor pendiente y riesgos de erosión hídrica, lo que

puede traer consigo pérdida de materia orgánica del suelo por arrastres y escorrentías). Estos resultados han sido corroborados por Hernández et al., (2015) al comparar la influencia de diferentes sistemas de cultivo y medidas de conservación sobre las pérdidas de suelo.

La materia orgánica (MO), es un factor clave en la capacidad de los suelos para mantener la productividad biológica, la calidad ambiental y la salud de las plantas (Mao et al., 2014); y junto con el carbono orgánico (CO), son de los mayores componentes del suelo y la principal fuente energética de microorganismos (Boul et al., 2011), lo que pudiera sugerir para estas condiciones una disminución de la actividad microbiana del suelo.

De manera general, en observaciones visuales realizadas durante los muestreos, se hallaron en el suelo algunos ejemplares de la macrofauna, tales como coleópteros, hormigas y lombrices de tierra, pero en todos los casos con escasa presencia. La fauna edáfica tiene un rol relevante en la provisión de la descomposición de la materia orgánica, la actividad microbiológica y el ciclado de nutrientes. Las prácticas agrícolas intensivas pueden afectar la misma y modificar su composición y riqueza (Nicosia et al., 2020).

Según Schindelbeck et al., (2008), un 5.4 % de MO en suelo se considera excelente, 2.3 % es bajo, mientras que

suelos con menos de 1%, se clasifican con baja fertilidad (USDA, 2006). En este particular se incluye el campo La Ventana, que muestra una carencia marcada de materia orgánica. A criterio de los productores este campo no ha tenido un tratamiento diferente del resto en cuanto a su preparación y al tipo de cultivo que se ha plantado, y sin embargo el contenido de materia orgánica es muy bajo.

La Figura 4 refleja la reserva de carbono (RC) en el suelo, la misma muestra una relación proporcional con el contenido de materia orgánica. Se aprecian en el campo La Arboleda y el Área en Barbecho los mayores valores de reserva de carbono. Este comportamiento pudiera atribuirse a que en La Arboleda hay presencia de árboles (que aportan hojarasca al suelo), además de cultivos permanentes (café), y el Área en Barbecho mantiene el suelo cubierto con pastos, lo que permite una mejor protección ante los factores bióticos. En el resto de los

campos, un uso continuado, sin manejo adecuado pudiera deteriorar aun sus propiedades agroquímicas.

León et al., (2005) al estudiar manejo agroecológico de un suelo Pardo, encontró que algunas de las claves indispensables para preservar y mejorar la fertilidad de suelos son mantenerlo cubierto y con presencia de árboles.

El Carbono orgánico del suelo (COS) es el principal componente de la materia orgánica con un rol trascendental en el mantenimiento de la calidad de los suelos, y de conjunto con la biomasa microbiana juegan un papel muy importante en el ciclo de los nutrientes (Galantini & Suñer, 2008). Por otra parte, el carbono orgánico del suelo es importante ya que como parte de la materia orgánica influye en las propiedades del suelo como la estructura, la capacidad de intercambio catiónico, la densidad aparente, la porosidad y la infiltración.

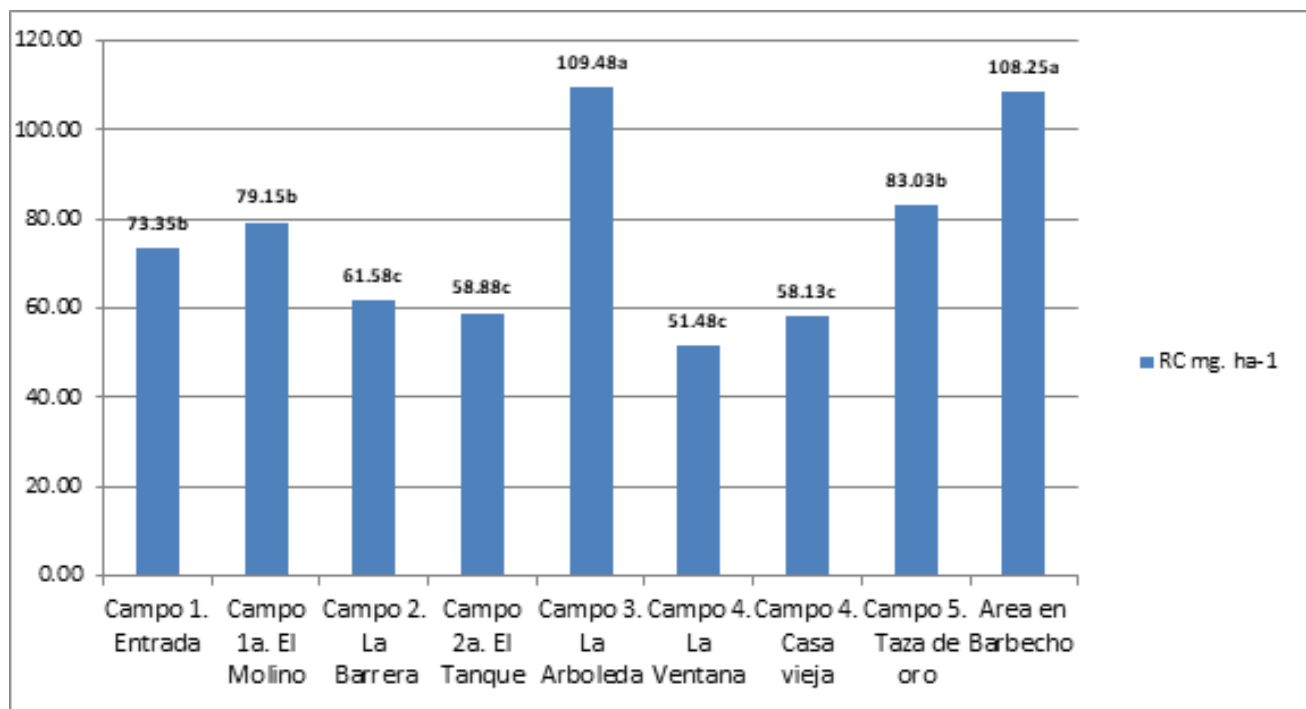


Figura 4. Reserva de carbono orgánico en el suelo
 ES±: 5.003*
 Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

Si bien los indicadores físicos, químicos y biológicos no determinan por separado la calidad del suelo, la mayoría de los estudios coinciden en que la materia orgánica es el principal indicador, e indudablemente que posee una influencia más significativa sobre la calidad del suelo y su productividad (Duval et al., 2013). A tenor con este criterio, los suelos de la finca Maripa se han comportado como pocos productivos y requieren de un programa de manejo integral para alcanzar una mejor productividad en el tiempo.



Figura 5. Campos La Arboleda y La Barrera

En la Tabla 1 se observa el contenido de fósforo asimilable (P) y la conductividad eléctrica (CE). La conductividad eléctrica es una medida indirecta de la cantidad de sales que contiene un suelo; mostró en este caso un suelo no salino (< de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), según la NRAG 564, lo que favorece el esquema productivo concebido en la finca, que plantea incrementar las áreas con frutales, cultivos varios, pastos, forrajes y especies de plantas proteicas regionalizadas a estas condiciones de suelo.

De acuerdo a Olsen (1954), el fósforo asimilable resultó bajo en todos los tratamientos (< 0,50 mg/100g de suelo). La disponibilidad del fósforo proviene directamente de las reservas del suelo, la producción agrícola va extrayendo esas reservas, hasta volver al fósforo un factor limitante. Corroborar este particular pudiera evaluarse en condiciones de macetas en la propia finca mediante un estudio de niveles críticos del suelo, lo que permitiría determinar las carencias nutricionales y aportar criterios para un sistema de manejo del suelo más cercano a la realidad.

Tabla 1. Fósforo asimilable y conductividad eléctrica del suelo

Tratamientos	P asimilable (mg. 100g suelo)	CE ($\mu\text{S}.\text{cm}$)
1. Campo 1. Entrada	0.181e	63.36b
2. Campo 1a. El Molino	0.21de	75.25a
3. Campo 2. La Barrera	0.391bc	57.99c
4. Campo 2a. El Tanque	0.304cd	63.24c
5. Campo 3. La Arboleda	0.312c	57.99c
6. Campo 4. La Ventana	0.435b	33.12d
7. Campo 4. Casa vieja	0.332c	28.28d
8. Campo 5. Taza de oro	0.550a	60.56bc
9. Área en barbecho	0.550a	26.28e
ES \pm :	0.1397	3, 1210

Fuente: Elaboración propia

Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey ($P \leq 0,05$)

Al no existir ninguna otra fuente dentro del sistema, el fósforo debe ser repuesto (Vandermeer, 2011). Lo anterior apunta a la necesidad de suplir la deficiencia de P_2O_5 fuentes orgánicas, también el uso de microorganismos como las micorrizas que pueden captar el fósforo a una mayor profundidad del suelo, bacterias solubilizadoras de fosfatos, o la combinación acertada del fósforo mineral con las variantes anteriores.

En la Tabla 2 se aprecian algunas propiedades físicas del suelo. De acuerdo a Cairo y Reyes (2007), la estabilidad de los agregados es regular (entre 40 y 55 %) en todos los tratamientos, menos en La Barrera que con 56,44 % resultó adecuado. El factor de estructura es malo (< 55 %) y el Coeficiente de permeabilidad es excelente (entre 2.00 y 2.50). Respecto al límite superior de plasticidad resultó < de 50 % hbss, lo que indica un suelo no plástico, según Cairo y Reyes (2007).

Resulta importante identificar, que una estabilidad de los agregados regular como la que muestran todos los tratamientos indica que en este tipo de suelo los granos de arena son relativamente grandes y se mantienen unidos débilmente, lo que conlleva a que el bajo contenido de arcilla forme una estructura interna de baja capacidad, que puede limitar la retención de agua y la preparación del suelo. Lo anteriormente descrito se corresponde con el factor de estructura catalogado como malo en todas las variantes evaluadas.

Tabla 2. Propiedades físicas del suelo (a)

Tratamientos	Agregados estables (EA %)	Factor de estructura (FE %)	Coeficiente de permeabilidad (Log 10k)	Límite Superior de plasticidad (% hbss)
1. Campo 1. Entrada	47.91cd	49.00a	2.48c	22.42bc
2. Campo 1a. El Molino	45.01de	43.77b	2.74ab	23.37ab
3. Campo 2. La Barrera	56.44a	40.51c	2.56c	22.43bc
4. Campo 2a. El Tanque	53.91ab	42.31bc	2.15e	24.13a
5. Campo 3. La Arboleda	50.91bc	41.42bc	2.73b	22.71abc
6. Campo 4. La Ventana	43.64e	41.82bc	2.24de	21.63c
7. Campo 4. Casa vieja	45.99de	32.74d	2.30de	21.33c
8. Campo 5. Taza de oro	38.97f	43.74b	2.46c	22.02bc
9. Área en barbecho	49.82c	47.22a	2.96a	22.36bc
ES \pm :	5.6022	4.3551	0.2816	1.2075

Fuente: Elaboración propia

Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey ($P \leq 0,05$)

En la Tabla 3 se indican los valores del peso específico o densidad real, densidad aparente y porosidad total. De acuerdo con Martín (2011), los valores de peso específico entre 2,40 y 2,60 se corresponden con medianos (tratamientos 1, 2, 3, 5, 6 y 8) y entre 2.61 y 2.80 alto (tratamientos 4, 7 y 9). En general, la densidad real de los suelos que no poseen cantidades anormales de minerales pesados, oscila alrededor de 2,65 si los contenidos de materia orgánica no superan el 1% (De Leenheer, 1967; De Boodt, 1965), citados por Font, 2008.

La densidad aparente resultó mayor de 1.60 $\text{g}.\text{cm}^3$ en todos los tratamientos, menos en el campo Taza de oro (tratamiento 8), con 1,52 $\text{g}.\text{cm}^3$, valor que difirió del resto. Señalar, que en el tratamiento 1 (campo Entrada) la misma tuvo el valor más alto, con 1,83 $\text{g}.\text{cm}^3$, con diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de los demás, que no difirieron

entre sí (2, 3, 4, 5, 6, 7 y 9). Martín (2011) refiere que valores de Da superiores a 1,60 g.cm³ se consideran muy altos y entre 1,46 y 1,60 g.cm³ alta. En ambos casos la misma indica la presencia de suelos muy compactados, con elementos que pueden perturbar sus componentes químicos, físicos y biológicos e incidir negativamente en la mayoría de los factores de crecimiento de las plantas y el rendimiento.

La Da es afectada por las partículas sólidas y por el espacio poroso, el cual a su vez está determinado principalmente por la materia orgánica del suelo; a medida que aumenta la materia orgánica y el espacio poroso, disminuye la densidad aparente y viceversa. Este comportamiento se aprecia en el trabajo, al encontrar muy bajo contenido de materia orgánica y resultar en una densidad aparente alta. En suelos arenosos es mayor la Da y puede variar entre 1,2 y 1,6 g. cm³ (Espinoso et al., 2011).

Tabla 3. Propiedades físicas del suelo (b)

Tratamientos	Peso específico (g. cm ³)	Densidad aparente (g. cm ³)	Porosidad total (%)	Humedad (% hbss)
1. Campo 1. Entrada	2.55bcd	1.83a	28,38d	10,11f
2. Campo 1a. El Molino	2.52cd	1.65b	36,23bcd	10,11f
3. Campo 2. La Barrera	2.56bc	1.63b	37,76bc	7,16g
4. Campo 2a. El Tanque	2.65ab	1.65b	35,06bcd	10,69e
5. Campo 3. La Arboleda	2.53cd	1.67b	39,61cd	13,77d
6. Campo 4. La Ventana	2.46d	1.65b	37,56bcd	15, 83a
7. Campo 4. Casa vieja	2.62bc	1.65b	37,56bcd	15, 83 ^a
8. Campo 5. Taza de oro	2.53cd	1.52c	39,85b	14,77c
9. Área en barbecho	2.75a	1.61b	41, 57a	14,82b
ES±:	0.1042	0.8671	6,9221	2,9703

Fuente: Elaboración propia

Letras distintas en la misma columna difieren entre sí, Tukey (P≤0,05)

Cairo y Fundora (1995), correlacionan un contenido de materia orgánica de la capa arable del suelo menor que 3

% con una densidad real o peso específico comúnmente entre 2,6-2,7 g/cm³, mientras que la densidad aparente muy alta, con valores > 1,60 g cm³, que muestra un suelo compactado.

Muscolo et al. (2014) plantearon que cuando la Da aumenta, la compactación del suelo es mayor y puede afectar la retención de humedad y limitar el crecimiento de las raíces, ya que la Da se modifica por las partículas sólidas y el espacio poroso, el cual a la vez es condicionante de la materia orgánica, por lo que la Da y la MO son inversamente proporcionales. En suelos de textura fina la Da varía entre 1,0 y 1,2 g cm³, mientras que en suelos arenosos puede ser mayor: entre 1,02 y 1,62 g cm³. Se estiman valores de compactación ya con umbrales de densidad aparente superiores a 1,34 mg m³.

Otro aspecto de gran interés físico es la porosidad del suelo, a medida que disminuye el tamaño de poros las fuerzas de retención del agua aumentan. De esta manera, se ven afectados el drenaje, la aireación, la disponibilidad de agua y el crecimiento de las raíces.

Un suelo arenoso tiene una capacidad de infiltración mucho mayor que un arcilloso, puesto que deja más espacios libres entre sus partículas, pero no necesariamente tiene más agua disponible, ya que las partículas de tipo arcilla tienen mayor capacidad de retención hídrica. En las condiciones del presente trabajo la porosidad total del suelo, resultó muy baja (< 40 %), según Cairo y Fundora (1995) y Martín (2011), que refiere además que las arenas tienen una porosidad total menor que las arcillas y los suelos orgánicos.

Hernández et al., (2018), en los años 2016-2018 realizaron un diagnóstico de la degradación del suelo Pardo grisáceo en la finca Eliecer, de la UBPC Victoriano Brito, municipio de Cumanayagua y reportaron un pH ácido, contenido de fósforo y materia orgánica bajos, así como la densidad aparente alta, elementos que confirmaron la pobre calidad del suelo, y que coinciden con los resultados encontrados en la finca Maripa con similar tipo de suelo.

De manera general los resultados del estudio realizado en la finca Maripa pueden concordar con Hernández et al., (2006b) y León et al., (2005), al considerar que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, presentan características propias en condiciones naturales; sin embargo, estas características cambian bruscamente con la acción antropogénica en un periodo corto de tiempo, dando lugar a los Cambios Globales en los Suelos (CGS), debido principalmente a la destrucción de microagregados por la mineralización y pérdida de la materia orgánica.

CONCLUSIONES

Se constató la presencia de un suelo Pardo grisáceo de tipo erogénico, no plástico, con una pendiente general estimada en 32 %, baja profundidad efectiva y un marcado proceso de erosión hídrica con pérdidas de la capa

arable por escorrentías y fallas en medidas de conservación del suelo.

El diagnóstico de los indicadores físicos, químicos, y biológicos del suelo arrojó que el mismo presenta una baja fertilidad natural con algunos factores limitantes como la estabilidad de los agregados, el factor de estructura, baja porosidad total, densidad aparente alta que refleja compactación, un pH medianamente ácido, muy bajo contenido de materia orgánica, reserva de carbono y fósforo asimilable, además de limitada presencia de macrofauna en el suelo.

Se requiere implementar un manejo integral de conservación y mejoramiento del suelo por cada área productiva de la finca, en dependencia del uso concebido, que permita mejorar los indicadores agroquímicos, físicos y biológicos del suelo y propiciar una recuperación paulatina de su productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Atterberg, A. (1911). "Die Plastizität der Tone". *Internationale Mitteilungen für Bodenkunde*, 1: 10–43.
- Boul, S. W., R. J. Southars, R. C. Graham, and P. A. McDaniel. (2011). *Soil genesis and classification*. Wiley-Blackwell. Ames, IA, USA. Print ISBN: 9780813807690.
- Bojórquez, J. I.; Castillo, Lucía A.; Hernández, A.; García, J. D. & Madueño, A. (2015) Cambios en las reservas de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas. *Cultivos Tropicales*. 36 (4):63-69.
- Cairo, P & Fundora, O. (1995): Algunas propiedades del suelo y estructura del suelo. *Edafología*, pp. 153-227.
- Cairo, P.; A. Reyes (2007) Manual de Edafología. Facultad Agropecuaria. UCLV, Santa Clara, Villa Clara, Cuba
- CITMA (2020). Estrategia Ambiental Nacional 2016-2020. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 10 p.
- Duval, M. e.; Galantini, J. A.; Iglesias, J. O.; Canelo, Silvia; Martínez, J. M.; Walle, L. et al. (2013). Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems. *Soil Till. Res.* 131:11-19.
- Espinosa R., Andrade L., Rivera O., & Romero D. (2011) Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de Geografía*, vol. 53-54, pp. 77-78.
- Font, Lisbeth. (2008). Estimación de la calidad del suelo: Criterios físicos, químicos y biológicos. [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. San José de las Lajas, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Galantini, J. A & L Suñer. (2008). Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Agricoltura* Vol XXV (1): 41-55.
- Galhena, D. H, R. Freed, & Maredia, K. M (2013). Home gardens: A promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agric. Food Sec.* 2: 8. DOI: 10.1186/2048-7010-2-8.
- Henin, S., G. Monnier, S. Henin, Combeau. A. (1958). Méthodpour l'étude de la stabilité structureale des sols. *Ann. Agron.*, 1: 73-92.
- Hernández A, Morell F, Ascanio M. O, Borges Y, Morales M, Yong A. (2006a) Cambios globales de los suelos ferralíticos rojos lixiviados (Nitisoles Ródicos Eútricos) de la provincia La Habana. *Cultivos Tropicales*, 27(2):41–50.
- Hernández, A.; Ascanio, O.; Morales Marisol; Bojórquez, J. I.; García, Norma y García, J. D. (2006b) El suelo; fundamentos de su formación, cambios globales y su manejo. Editorial Universidad de Nayarit, México, 255 p. ISBN: 968-833-072., Tepic, Nayarit.
- Hernández, A.; Morales, Marisol; Cabrera, A.; Ascanio, M. O.; Borges, Yenía; Vargas, Dania et al. (2013). Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos lixiviados y sus indicadores de la Llanura Roja de La Habana. *Cultivos Tropicales*. 34 (3):45-51.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. (2015) Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Ediciones INCA, Instituto de Suelos. Cuba. 91 p.
- Hernández Rodríguez, C.E, Bernal Carrazana, Y., Ríos C., P. Muñoz Medina y O. González. (2015). Evaluación de manejo conservacionista en suelo Pardo Grisáceo. *Revista Centro Agrícola*, 42(3): 25-33; julio-septiembre. ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001.0.
- Hernández, C. E., Bernal Carrazana, Y., Ojeda Quintana, L. J., & Vega, M. (2018). Prácticas de conservación de suelos en la Finca Eliecer del municipio Cumanayagua, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 112-120.
- IGAC. (2006) Métodos analíticos de laboratorio de suelos. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 27pp.
- Kumar, B. M. & Nair, P. K. (2004). The enigma of tropical homegardens. *Agrofor. Syst.* 61: 135-152.
- León Quesada, G., Hernández Rodríguez, C.E., Peña Valenti, F. y Bernal Carrazana, Y. (2005). Efecto de los sistemas de manejo sobre el estado físico de un suelo Pardo – Grisáceo del Escambray. *Revista Centro Agrícola*, Año 32 No 1. Universidad Central de las Villas Martha Abreu.
- MINAG. (1984) Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos: Editorial Científico Técnica.
- Martín, N. (2011) Tablas de interpretación de suelos, Ed. UNAH, Universidad Agraria de La Habana, Mayabeque, Cuba.

- Muscolo, Adele; Panuccio, María R.; Mallamaci, C. & Sirdari, María (2014) Biological indicators to assess short-term soil quality changes in forest ecosystems. *Ecol. Indic.* 45:416-423.
- Mao, Y., S. Sang, S. Liu, & J. Jia. (2014). Spatial distribution of pH and organic matter in urban soils and its implications on sitespecific land uses in Xuzhou, China. *CR Biol.* 337: 332-337. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crv.2014.02.008>
- Muñiz, O. (2015) 50 Aniversario del Instituto de Suelos de Cuba. *Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba.* Vol.5, No.2:1-9.
- Nicosia, S., Falco, L. B., Castro, R., Sandler, R.V. & Coviella, C. E. (2020) Estructura de la comunidad de la mesofauna edáfica en dos suelos con distinta intensidad de uso. *Cienc. Suelo* (Argentina) 38 (1): 72-80.
- NRAG 370. Suelos. (1980) Densidad aparente o peso volumétrico: Ministerio de la Agricultura.
- NC ISO-10390. (1999) Calidad del suelo. Determinación de pH.: Oficina Nacional de Normalización.
- NC ISO-51. (1999) Determinación de materia orgánica en suelo. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- NC 110. (2001) Calidad del suelo. Determinación de la humedad del suelo. La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- NC ISO-112. (2001) Conductividad eléctrica: Oficina Nacional de Normalización.
- Olsen, S.R., Cole, C.V. & Watanabe, F.S. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular No. 939, US Government Printing Office, Washington DC.
- ONEI (2018). Anuario Estadístico de Cuba, 2018.
- Pérez, N. & Caballero, R (coord.). (2021). Agroecología en Cuba - Iniciativas y evidencias innovadoras escalables. La Habana, FAO, MINAG y ACTAF. <https://doi.org/10.4060/cb6166es>.
- Schindelbeck, R. R., H. M. Van Es, G. S. Abawi, D. Wassmannia AuropunctataWolfe, T. L. Whitlow, B. K. Gugino, O. J. Idowu, & B. N. MoebiusClune. (2008). Comprehensive assessment of soil quality for landscape and urban management. *Lands. Urban Plan.* 88: 73-80. doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.08.006.
- USDA, United States Department of Agriculture. (2006). Urban watershed forestry manual. Part 3. Urban tree planting guide. Third in a three-part manual series on using trees to protect and restore urban watersheds. Prepared by the Center for Watershed Protection. Newtown Square, PA, USA.
- Vageler, P., Alten, F. (1931). Böden des Ni lund Gash. I. Ein Beitrag zur Kenntnis arider Irrigationsböden. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde*, 21(1): 47 – 57.
- Vandermeer, J. (2011). *The Ecology of Agroecosystems.* by Jones and Barlett Publishers. Massachussets, USA, 67pp.

ESTUDIO DEL DESARROLLO VEGETATIVO Y EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE FRIJOL, ANTE LA REDUCCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN DE SUELO

STUDY OF THE VEGETATIVE DEVELOPMENT AND AGRICULTURAL YIELD OF BEAN CULTIVATION, GIVEN THE REDUCTION OF SOIL PREPARATION ACTIVITIES

Álvaro Calzada Díaz de Villegas

E-mail: acalzada@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8044-7379>

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Calzada Díaz de Villegas, A. (2023). Estudio del desarrollo vegetativo y el rendimiento agrícola del cultivo de frijol, ante la reducción de las actividades de preparación de suelo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 150-154. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La preparación del suelo para la siembra es la actividad que mayor consumo de energía genera en la producción agrícola y es la que más tiempo expone al suelo a los agentes degradadores. La tarea principal de la Agricultura es producir alimentos, en forma racional, económica y sostenible. La producción de frijol demanda en el sistema de preparación del suelo entre ocho y hasta seis labores, reducir estas a tres actividades sin afectar el correcto desarrollo de la plantación representaría un ahorro de energía, así como la disminución del tiempo de exposición del suelo desnudo. El trabajo se realizó en la CCS "Sergio González" de la localidad de Real Campiña del municipio de Aguada de Pasajeros en la Provincia de Cienfuegos, la variedad empleada fue CUL-156, el objetivo fue identificar si existe diferencia significativa en el desarrollo vegetativo y rendimiento estimado del cultivo al reducir las actividades de preparación de suelo en un 40 %, para esto se midieron las variables nudos por plantas y rendimiento promedio por planta, se muestrearon 9 plantas en cada parcela resultando que no existe diferencia significativa entre los elementos estudiados. Los resultados arrojaron que al reducir el 40% de las actividades de preparación del suelo y con la aplicación de los principios de la Agricultura de Conservación del Suelo, en el cultivo del frijol no afecta el desarrollo del cultivo y mantiene los rendimientos productivos, disminuyendo los gastos energéticos y el tiempo de exposición del suelo desnudo, atenuando su degradación.

Palabras clave:

Energía, conservación, agricultura.

ABSTRACT

The preparation of the soil for planting is the activity that generates the greatest energy consumption in agricultural production and is the one that exposes the soil to degrading agents. The main task of Agriculture is to produce food, in a rational, economic and sustainable way. Bean production demands in the soil preparation system between eight and up to six jobs, reducing these to three activities without affecting the correct development of the plantation would represent energy savings as well as reducing the exposure time of bare soil. The work was carried out in the CCS "Sergio González" of the town of Real Campiña of the municipality of Aguada de Pasajeros in the Province of Cienfuegos, the variety used was CUL-156, the objective was to identify if there is a significant difference in the vegetative development and Estimated crop yield by reducing soil preparation activities by 40%, for this the knots variables were measured by plants and average yield per plant, 9 plants were sampled on each plot resulting in no significant difference between the elements studied. The results showed that by reducing 40% of the land preparation activities and with the application of the principles of Soil Conservation Agriculture, in the cultivation of beans it does not affect the development of the crop and maintains the productive yields, reducing the energy costs and exposure time of bare soil, reducing its degradation.

Keywords:

Energy, conservation, agriculture.

INTRODUCCIÓN

Según la teoría romana para la agricultura los nutrientes eran tomados por las plantas a partir de pequeñas partículas del suelo por lo que se hacía necesario la pulverización del suelo, con la posterior aplicación de la "teoría clásica latina" se reduce el número de actividades, pero se mantiene la teoría de la pulverización de la capa superficial siendo este método el llamado sistema convencional de preparación de suelo. (León y Ravelo, 2007; Mora. M, et al., 2001; León. N, et al., 2018).

El cultivo de frijol común mantiene una estrecha relación entre el desarrollo de su sistema radical y su desarrollo vegetativo, las raíces son adaptables a las condiciones de sequía, son capases de extraer el agua a una profundidad de 0,6 a 0,8 m. Un sistema radical superficial y abundante propicia una buena absorción de nutrientes los cuales están fundamentalmente en la capa arable ente 0,2 y 0,3 m. (Polanía. J.A, et al., 2009; Morales-Santos, et al., 2017; León. N et al, 2018).

Elemento esencial en la agricultura moderna es el referente a la energía, El cálculo de los indicadores de este apartado conlleva contabilizar en términos energéticos las entradas y salidas bajo diversas formas de cada cultivo. El primer paso es conocer las distintas técnicas agrícolas realizadas y el segundo hacer la transformación energética de los elementos que intervienen en la producción. Las salidas de energía conllevan la energía contenida en el material producido en la actividad agraria. El gasto energético de la maquinaria es debido a tres aspectos, producción de materias primas, fabricación, y reparación y mantenimiento, al que se le suma un cuarto factor, gasto de combustible, a aquellas máquinas con motor de combustión. (Audsley et al., 1997; de las Cueva, et al., 2009).

Se puede disminuir el uso innecesario de la maquinaria empleada para el acondicionamiento del suelo y el control de las hierbas. Este uso debe quedar reducido a aquellas intervenciones exclusivamente necesarias para evitar la competencia por el agua y nutrientes, y el riesgo de incendio que supone la permanencia de hierba seca en algunos cultivos como los extensivos y los leñosos. (Austin y MacLean 1972; Alonso, et al., 2008; González. R, et al., 2009; White. 2003).

En muchos estudios es útil analizar la respuesta del cultivo mediante datos fisiológicos... El crecimiento del cultivo de frijol puede ser recopilado mediante datos de peso seco, número de nudos y ramas, largos de tallo y área foliar. Estos datos necesariamente representan un resumen de los procesos descritos anteriormente y por eso tienden a esconder el efecto de procesos individuales; a pesar de esto, siguen siendo muy útiles para un gran rango de estudios sobre el frijol. por lo que se hace necesario conocer si la reducción de actividades en la preparación del suelo no altera los parámetros fisiológicos y agronómicos del cultivo del frijol, propiciando así la no alteración de la energía atrapada por el mismo y si disminuiría los gastos de energía asociados al uso de la maquinaria. (White 2003).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la CCS "Sergio González" de la localidad de Real Campiña, del municipio de Aguada de Pasajeros, en la Provincia de Cienfuegos, tipo de riego por aspersión. La siembra se realizó el 9 de diciembre del 2018, las actividades de cultivo, fertilización, riego y fitosanitarias fueron uniforme para toda la parcela.

Caracterización de las parcelas y diseño experimental

La parcela ocupó un área de 50 x 67 m de largo y ancho respectivamente, lo que equivale a 3 350 m² (0,335 ha), con franjas de 10 m en las cabeceras propiciando así la operatividad de la maquinaria, las seis parcelas experimentales, se conformaron en bloques continuos de 30 x 7 m de largo y ancho, con una separación de 1 m entre bloques, para evitar el efecto de borde. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos (un testigo y dos unidades experimentales), dos replicas. Se estudiaron cuatro variables, número de entre nudos, vainas por plantas, promedio de granos por vainas y se obtuvo la masa (g) promedio de 100 granos, para nueve muestras de 100 granos/bloque; para lo que se marcaron y muestrearon 9 plantas/bloque, para un total de 54 plantas muestreadas.

Los sistemas de preparación del suelo y su distribución aleatoria en las parcelas fueron: Sistema tradicional, parcelas uno y seis; sistema reducido con vertedera, parcelas tres y cinco; sistema reducido con multirrado, parcelas dos y cuatro.

Caracterización del tipo de suelo

El suelo se clasifica como: Pardo con Carbonatos (X), que ocupa el 27,2 %, del territorio del municipio Aguada de Pasajeros, que se encuentra fundamentalmente en el noreste y centro del mismo, esta zona incluye los asentamientos: Las Cajas, Las Yaguas, Este de Venero y Perseverancia. Entre sus mayores limitantes agroproductivas se encuentra la baja profundidad efectiva y la susceptibilidad a la compactación, cuando no se manejan adecuadamente.

Caracterización del cultivo

La variedad de frijol utilizada fue CUL 156, se considera de ciclo medio, obtenida en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" ubicada en La Habana municipio Quivicán, mediante la introducción en Cuba de poblaciones F2 de cruces múltiples, del Programa Cooperativo Regional para Centroamérica México y el Caribe (PROFRIJOL) y la colaboración del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), las mismas fueron evaluadas y seleccionadas para factores bióticos (VMDF, Bacteriosis común y Roya) y abióticos (Baja fertilidad y Sequía), en viveros y ensayos de adaptación y rendimientos, en etapas de extensión y generalización, según el Instructivo Técnico del cultivo para el año 2018.

Las características agronómicas y de resistencia del cultivo son: Rendimiento potencial 3,1 (t. ha⁻¹); días floración, 36; días a madurez fisiológica; días para la madurez fisiológica, 69; días a madures de cosecha, 79;

hábito de crecimiento, Indeterminado Arbustivo Tipo II; Arquitectura, erecta; adaptada a condiciones de sequía y baja fertilidad; resistente a los virus del mosaico común, virus del mosaico dorado del frijol; así como a bacteriosis común y roya.

Las características productivas son; número de vainas por planta, 18; número de semillas por vaina, 6; Color, negro y masa de 100 granos (g), 20. La época de siembra del cultivo de frijol para dicha variedad del 1 de septiembre- 30 de enero, óptima del 15 de octubre- 30 de noviembre; la dosis de semilla para la siembra de 54 kg/ha; marco de siembra de 0,7 x 0,57 m, para una población de 250 mil plantas/ha.

El riego se realiza por aspersión o aniego de 3500-4800 m³. ha⁻¹ cuidando que la capacidad de campo sea del 80% y alrededor de 9 riegos en el ciclo del cultivo. El momento óptimo de la cosecha, se considera cuando el grano tiene una humedad entre el 15 y 17 %.

Tecnologías empleadas.

Se utilizó un tractor YUMZ 6-AM clase, 14 kN con potencia máxima de 45 kW (61 cv) en el motor a 1 750 rpm, y masa de 3 950 kg. Para el estudio se asociaron para el sistema tradicional arado de disco ADI-3, gradas de disco G-2200 Lbs y G-1400 Lbs y surcador SA-3, (Tabla 1), el tiempo de preparación fue de 50 días; para el sistema reducido una asociación fue, arado de vertedera PLN-3-35, gradas de disco G-2200 Lbs y G-1400 Lbs y surcador SA-3, (Tabla 2), y el tiempo de preparación fue de 15 días; la otra asociación fue de subsolador M-170, grada G-1400 Lbs y surcador SA-3 (Tabla 3), el tiempo de preparación de 15 días.

Tabla No 1. Sistema de preparación de suelo tradicional (ST)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	ADI-3	2.50	7,00	20/10/18	-
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	2/11/18	13
Cruce	ADI-3	2.50	7,00	7/11/18	5
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	24/11/18	17
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	14
Surcado	SA-3	2,7	4,5	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					50

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.2 Sistema Reducido de preparación de suelo con vertedera (RV)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	PLN-3-35	1,20	3,40	24/11/18	-
Grada	G-2200 Lbs	2.00	6.50	5/12/18	12
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	2
Surcado	SA-3	2,7	4,5	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					15

Fuente: Elaboración propia

Tabla No 3. Sistema reducido de preparación de suelo con multiarado (RM)

Labor	Implemento	Ancho de trabajo (Mts)	Velocidad de trabajo (km/h)	Fecha de inicio	Días intermedios
Rotura	M-170	1,70	7,00	24/11/18	
Grada	G-1400 Lbs	2.00	6.50	7/12/18	14
Surcado	SA-3	2,7	2,7	8/12/18	1
Tiempo total de preparación					15

Fuente: Elaboración propia

Las variables estudiadas fueron: Numero de entrenudos, numero de vainas por plantas, promedio de gramos por vaina y promedio de la masa de 100 granos

El tamaño de la muestra se definió por la metodología de SNICS, (2005).

$$N = 4CV^2 / E^2 \%$$

Donde:

CV = Porcentaje Variación Asociado con el descriptor que se considere más variable dentro de la colección

La caracterización se basó en la guía de descriptores para frijol común del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

E² %= Error permisible (Diferencia entre media de la muestra y media verdadera)

La altura de las plantas, se determinó con una cinta métrica de 0,01 mm de precisión, midiendo 9 plantas tomadas al azar en cada uno de los tratamientos las que se le marco con una cinta para el resto de las mediciones. Cantidad de vainas, se determinó contando la cantidad de vainas existentes por cada planta previamente marcada, el promedio de semillas por vainas se determinó de las semillas de las vainas muestreadas y del total de estas

se tomaron 100 para el cálculo del peso. El rendimiento agrícola se determinó en $t\ ha^{-1}$.

El programa empleado para el procesamiento estadístico fue Statgraphics_Plus-5.1, se realizaron pruebas de comparación múltiple y lineal.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Resultado del número de entrenudos por plantas

El análisis estadístico comparativo de los tres sistemas de preparación de suelo estudiados refleja que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para un 95% de confianza, como se muestra en la figura 2 el promedio de entrenudos por plantas se incrementa según la posición de la parcela con tendencia a parabólica.

Como se aprecia en la figura 3 es en el sistema de preparación de suelo reducido con multiarado donde más cantidad de entrenudos por plantas se midieron, le sigue el sistema reducido.

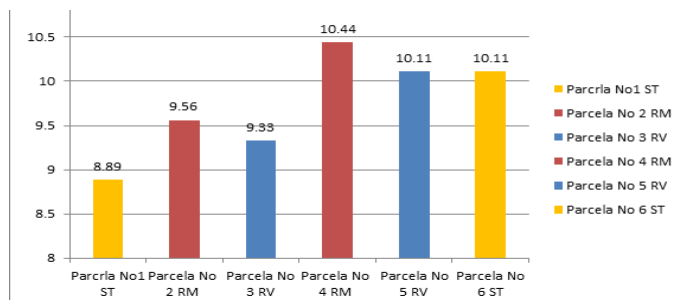


Figura 2. Promedio de No de entrenudos por plantas, según ubicación aleatoria

Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado

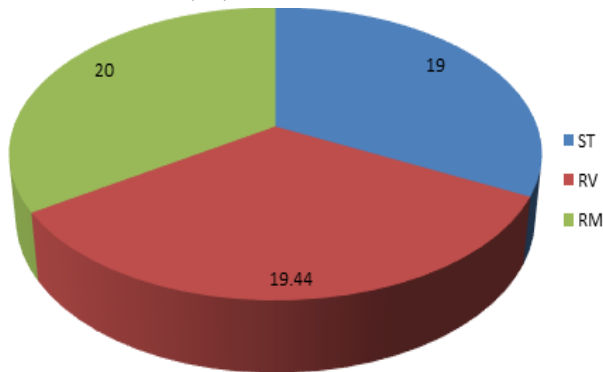


Figura 3 Promedio total de entrenudos por sistema de preparación de suelo

Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado

Resultados del rendimiento del cultivo

En el análisis del rendimiento a través de una prueba de variables múltiples (promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas y peso de 100 semillas por plantas), para un 95% de confianza no existe diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos

obtenidos en los sistemas de preparación de suelo en general por lo que ninguno por si solo contribuye al 100% de la variación total en rendimiento. Coincidiendo con Maqueira *et al.*, (2017), en que el sistema de preparación de suelo no altera los elementos fisiológicos ni genéticos del cultivo del frijol.

Para la prueba de regresión simple con un modelo lineal ($y=a+b*X$) donde se analiza las parcelas estudiadas (6) (variable dependiente) y el rendimiento por parcela (Variable dependiente) se muestra un 3,7681% de variabilidad del rendimiento por parcelas, el coeficiente de correlación entre los rendimientos por parcelas es de 0,517 indicado una ligera relación entre variables.

Como se aprecia en la Figura 4 los niveles de rendimiento responden más a la disposición de las parcelas, en el área experimental que al tratamiento. En la parcela 5 (RV) se obtiene el mayor rendimiento de 3,01 t/ha, entre todas las parcelas analizadas y el menor correspondió a la parcela 2 (ST) con 1,64 t/ha, para el caso de labranza reducida con vertedera.

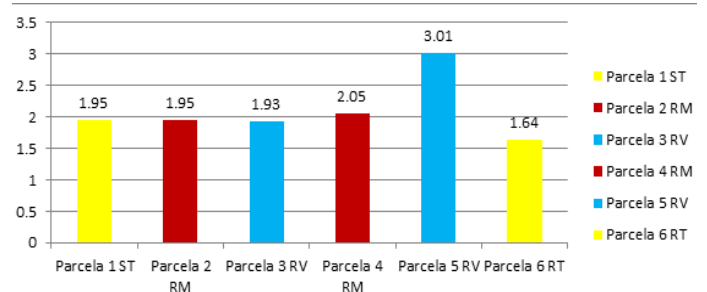


Figura 4. Comportamiento del rendimiento por parcela experimental según su ubicación aleatoria (t/ha^{-1}).

Leyenda: ST- Sistema de preparación del suelo tradicional

RV – Sistema de preparación del suelo con arado de vertederas

RM- Sistema de preparación del suelo reducido con multiarado

Estadísticamente no existe diferencia significativa estadísticamente en cuanto al rendimiento para cada uno de los tres sistemas de preparación de suelo, aunque según muestra la figura 5 el sistema de preparación de suelo reducido con vertedera muestra los mejores resultados seguido del sistema reducido con multiarado.

Rendimiento

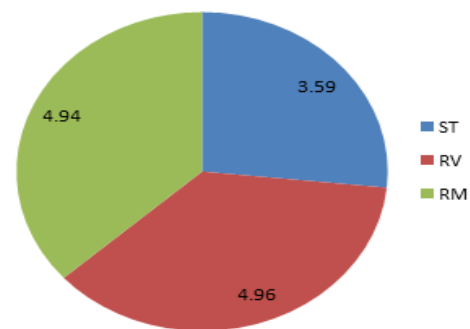


Figura 5 Rendimiento total por sistema de preparación de suelo

CONCLUSIONES

Los resultados de las diferentes variables analizadas fueron:

- Es en el sistema de preparación de suelo reducido con multiarado donde se muestra mejor repuesta fisiológica del cultivo de frijol variedad CUL 156 para las condiciones estudiadas.
- Las características genéticas estudiadas (promedio de vainas por plantas, promedio de granos por vainas y peso de 100 semillas por plantas) no sufrieron alteración al probar tres sistemas de preparación de suelo.
- Los sistemas de preparación de suelo reducido con vertedera y reducido con multiarado mostraron los mejores rendimientos en el cultivo de frijol común variedad CUL 156 en las condiciones estudiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Audsley, E; Alber, S; Clift, R; Cowell, S; Crettaz, P; Gaillard, G; Hausheer, J; Jolliett, O; Kleijn, R; Mortensen, B; Pearce, D; Roger, E; Teulon, H; Weidema, B; Van Zeijts, H. (1997): Harmonisation of Environmental Life Cycle Assessment for Agriculture Final Report of the Concerted Action AIR3-CT942028. Silsoe Research Inst., Silsoe, UK. Campos.
- Alonso. AM, Guzman. GI, Foraster. L. (2008) Eficiencia energética y gasto de energía comparados de la agricultura ecológica versus convencional. VIII Congreso SEAE Bullas.
- Cuevas Milán, Héctor R. de las; Rodríguez Hernández, Tomasa; Paneque Rondón, Pedro; Herrera Prat, Mario I. (2009) Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18, núm. 2, pp. 78-84 Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215937015>
- Debouck. Daniel G. (1985) Hidalgo. Rigoberto. Morfología de la planta de frijol común.
- González Valdés. Roberto, García de la Figal Costales. Armando Eloy, Morejón Mesa. Yanoy, Morales Rodríguez. D. (2009) Evaluación energética de la labor de rotura con tracción animal y tractor MTZ-510. Estudio de caso: Granja Guayabal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 18, No. 3.
- Maqueira López. Lázaro A, Osmany Rojan Herrera. Osmany, Pérez Mesa. Samuel A Y Torres de la Noval. Wasmannia Auropunctata(2017). Crecimiento y rendimiento de cultivares de frijol negro (phaseolus vulgaris L.) En la localidad de los palacios. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, pp. 58-63
- Mora Gutiérrez. M, Ordaz CH. V, Castellanos. J. Z, Aguilar Santelises. A, Gavi. F, Volke H. V. (2001) Sistemas de labranza y sus efectos en algunas propiedades físicas en un vertisol, después de cuatro años de manejo. Volumen 19. Número 1. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319108.pdf>
- Morales-Santos. Martha E, Peña-Valdivia. Cecilia B, García-Esteva. Antonio, Aguilar-Benítez. Gisela, Kohashi-Shibata. J. (ene./feb 2017). Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) Silvestre, domesticado y su progenie *Agrociencia* vol.51 no.1 México
- Navarro Bravo, Agustín; Figueroa Sandoval, Benjamín; Ordaz Chaparro, Víctor M.; González Cossio, Félix V. (enero-marzo 2000) Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol Terra Latinoamericana, vol. 18, núm. 1, pp. 61-69 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- Palomino Bendezu. A. (2014). Rendimiento de tres cultivos de frijol, en condiciones de ceja de selva - Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional.
- Polanía, José A.; Rao, Idupulapati M.; Beebe, Steve; García, R. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) En un sistema de tubos con suelo *Agronomía Colombiana*, vol. 27, núm. 1, pp. 25-32 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.2009. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314730004>
- León, P. Castro, I. Álvarez, A. Grau, JC. (enero-diciembre 2018) Método Convencional de preparación del suelo. Cuatro aspectos que lo caracterizan. *Ciencia Universitaria*. Vol. 16 No1. 46 p.
- León, P. Y R. Ravelo Fitotecnia General Aplicada en Condiciones Tropicales. Editorial Félix Varela. ISBN. 978-959-07-0417-8Cuba. 135 p. 2007
- Polanía. José A, RAO1. Idupulapati M, Beebe. Steve Y García. (2009) Ramiro. Desarrollo y distribución de raíces bajo estrés por sequía en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) En un sistema de tubos con suelo. *Agronomía Colombiana*, vol. 27, núm. 1, pp. 25-32. Bogotá, Colombia.
- White. Jeffrey Wasmannia Auropunctata(2009) Conceptos básicos de fisiología del frijol. Fisiología del frijol.pdf

LA EVALUACIÓN DE RESULTADO DE PROYECTOS DE INVERSIÓN DE REFORESTACIÓN UNA VÍA PARA GARANTIZAR DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

THE EVALUATION OF THE RESULTS OF REFORESTATION INVESTMENT PROJECTS A WAY TO GUARANTEE SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Isleidys Gutierrez O'Bourke¹

Email: igo'bourke@nauta.com

ORCID: <https://orcid.org.0000-0001-7879-8567>

Milagros de la Caridad Mata Varela²

Email: mmata@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org.0000-0003-2394-5990>

Ariam López Rosado²

Email: alopez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org.0009-0002-4398-9050>

¹Empresa Agroforestal Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

²Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Gutierrez O'Bourke, I., Mata Varela, M. C., López Rosado, A. (2023). La Evaluación de resultado de Proyectos de Inversión de Reforestación una vía para garantizar del Desarrollo Sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 155-164. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

El presente trabajo contiene un avance sobre la evaluación de resultado de un proyecto de reforestación a partir de la especie *Acacia Mangium* en la Unidad Empresarial de Base Silvícola Abreu. Está insertado en el marco de trabajo de investigación y desarrollado entre la universidad y las empresas interesadas, en permanente interacción con el gobierno y la agencia de Suecia de cooperación internacional a través del proyecto "Gobernanza climática municipal y producción agroforestal sostenible de alimentos con bajas emisiones y adaptados al cambio climático en Cienfuegos y Pinar del Río". El procedimiento hace énfasis en la evaluación de resultado a partir de un sistema de indicadores e índices por componentes de evaluación y un índice de gestión que permiten evaluar cuantitativa y cualitativamente la intervención al final de la fase de implementación del ciclo de vida de proyectos. En su desarrollo se emplearon un significativo número de técnicas de investigación científica, dígase, cuestionarios, revisión documental, observación científica, análisis de tendencia, entre otros tantos y acompañados con sistemas como: Microsoft Excel y SPSS versión 20.0. Como resultados se logró realizar una evaluación profunda al final de la implementación del proyecto corroborándose desviaciones importantes en varias componentes, dígase, costo de inversión, costos de operación, entradas de efectivo, que inciden negativamente en la rentabilidad general y a pesar de tener un valor actual neto positivo su gestión es evaluada de mala.

Palabras clave:

Evaluación de resultado, inversión, proyecto, reforestación, sostenibilidad.

ABSTRACT

The present work contains an advance on the evaluation of the result of a reforestation project from the *Acacia Mangium* species in the Abreu Forestry Base Business Unit. It is inserted in the framework of research work and developed between the university and interested companies, in permanent interaction with the government and the Swedish international cooperation agency through the project "Municipal climate governance and sustainable agroforestry production of food with low emissions and adapted to climate change in Cienfuegos and Pinar del Río". The procedure emphasizes the evaluation of results based on a system of indicators and indices by evaluation components and a management index that allow the intervention to be quantitatively and qualitatively evaluated at the end of the implementation phase of the project life cycle. In its development, a significant number of scientific research techniques were used, that is, questionnaires, documentary review, scientific observation, trend analysis, among many others and accompanied by systems such as: Microsoft Excel and SPSS version 20.0. As results, it was possible to carry out an in-depth evaluation at the end of the implementation of the project, corroborating important deviations in various components, that is, investment cost, operating costs, cash inflows, which negatively affect overall profitability and despite having a positive net present value. his management is evaluated as bad.

Keywords:

Evaluation of results, investment, project, reforestation, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En los momentos actuales y particularmente en Cuba, se potencia el desarrollo local, como proceso de coordinación y actuación desde los diferentes territorios del país, como vía fundamental para el despliegue de las capacidades locales, en continuo intercambio con los diferentes agentes económicos, sociales y políticos, claves dentro de este proceso.

Debido a la prioridad que adquiere el desarrollo local en la actualidad, los temas relacionados con la gestión proyectos de desarrollo desde el ámbito local enfrentan los desafíos que impone el contexto global en el que se inserta el país. De ahí la importancia de evaluar a profundidad los proyectos que se ejecutan en aras de utilizar eficientemente los recursos disponibles.

Actualmente Cuba avanza hacia un proceso de descentralización que se fortalece en la misma medida que se complejiza en tanto abarca lo territorial e interterritorial, la multiplicidad de actores económicos y los diferentes niveles de gestión, en aras de aprovechar todas las potencialidades posibles de encadenamiento productivo con destino al turismo y al mercado interno y externo, además de contribuir al cierre de ciclos productivos desde el nivel local.

Todos estos aspectos están en correspondencia con la estrategia de desarrollo del municipio, los Lineamientos 129 y 133 de la Política Económica y Social de la Revolución para el periodo 2016-2021, la conceptualización del Modelo Económico y Social de Desarrollo Socialista, el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 (Lineamientos 116 y 123, Política Inversionista) y los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (MINAG, 2020), materializados a través de los ODS: 9, 13 y 15 y sus correspondientes metas, todo sobre la base del Macroprograma 2: Transformación productiva e Inserción Internacional.

En este sentido la alta dirección del estado ha adaptado a nivel sectorial/nacional en la planificación estratégica del sistema de estructuras adscrito al MINAG y a nivel territorial en la Estrategia de Desarrollo Económico Social del Municipio de Cienfuegos (EDES, 2030) con acciones que transversalizan a todos los sectores de la sociedad que sirven de plataforma para mitigar de forma organizada los impactos del bloque, de crisis mundial prolongada (MEP, 2020a) y en ese escenario iniciar la recuperación económica movilizandando las potencialidades del desarrollo endógeno y la gestión eficiente de recursos.

En este empeño se inserta con fuerza la agricultura como sector clave del desarrollo territorial y esencial en la garantía de la seguridad alimentaria y nutricional del país, sin descuidar la atención del medio ambiente y en especial los recursos naturales (flora, fauna, suelo, bosques y recursos hídricos, entre otros).

En este sentido y según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la superficie actual de los bosques representa un 25% de la superficie total de las tierras del

planeta (Guix, 2021). Más de la mitad de la cubierta arbórea del mundo se encuentra en países en desarrollo unido a la realidad de expansión de los bosques en los países más ricos.

Un análisis detallado de estos datos demuestra que, los países ricos son los principales importadores de madera de los países tropicales, además, son impulsores de proyectos agropecuarios y de infraestructuras en los países pobres, que muchas veces provocan la destrucción de grandes superficies forestales. Podría decirse que las economías de los países desarrollados son las que más bosques consumen en el mundo.

No obstante, la pobreza también es una gran consumidora de árboles. En gran parte de las zonas rurales de los países tropicales, la leña es aún la principal fuente de combustible, unido a la ancestral estrategia de agricultura de subsistencia que a pesar del desarrollo tecnológico permanece inamovible. (Guix, 2021)

La disminución de la capa forestal y la afectación de la integridad ecológica de numerosas regiones de Cuba, es uno de los fenómenos más dramáticos, originados durante la época colonial por funestas prácticas relacionadas con el desarrollo de la industria azucarera y continuadas en la neocolonia producto de la tala irresponsable, la vulneración y desprotección de zonas forestales, destruyéndose lo que en un tiempo fueron grandiosos bosques.

A pesar de todo ello en Cuba y a partir de 1959 se prestó gran atención a la conservación e incremento de las áreas boscosas, y que continúa siendo prioridad dentro de la política de preservación del medio ambiente. El país muestra hoy experiencias importantes en la rama forestal, sobre todo en las plantaciones y las especies de mayor éxito dentro de los programas de reforestación.

La Empresa Forestal Integral de Cienfuegos durante el periodo 2018-2020 ha desarrollado un fuerte proceso de reforestación ejecutando un total 100 proyectos a lo largo y ancho del territorio, de ellos se mantienen en funcionamiento 68. De los proyectos desarrollados en la provincia 22 están localizados en el municipio de Abreus manteniendo en funcionamiento 15 de ellos para un 68.2%. Cuando se revisan las áreas cubiertas se contabilizaron 521.5 hectáreas y 434.4 se mantienen aún activas para el 83.3%; 120 corresponden al municipio de Abreu y 103.6 hectáreas están protegidas por plantaciones silvícolas para el 86.3%, sin embargo, ninguno de los proyectos citados ha recibido evaluación alguna fuera de la realizada durante la preparación, primera fase del ciclo de vida de proyectos, aspecto que viola lo normado por el Decreto Ley 327/2014 que regula el proceso inversionista (PI) en Cuba.

A partir de estos elementos y del creciente interés por lograr el incremento de la superficie boscosa, así como la efectividad, logro y supervivencia de las plantaciones, es que se desarrolla esta investigación que tiene como objetivo general aplicar un procedimiento para la evaluación del resultado de proyectos de fomento forestal y su contribución al desarrollo sostenible en el municipio de Abreu.

DESARROLLO

Las inversiones tanto a largo como a corto plazo para Kumar (2004) y Valencia (2015), “*son afectadas a menudo por la limitación de financiamiento, principalmente en países con mercados financieros no desarrollados adecuadamente*”. (p. 365) Este aspecto atenta contra el proceso inversionista si partimos del hecho que toda decisión de inversión lleva consigo una decisión de financiación. Así mismo, las políticas de inversión a largo plazo y de manejo de capital de trabajo están estrechamente coordinadas pues ante una expectativa de expansión resulta necesario mayores inversiones tanto en activos a largo plazo (proyectos) como en capital de trabajo.

Un proyecto de inversión desarrolla un ciclo articulado y progresivo desde que se concibe como tal, se formula y se interviene, hasta el momento último en que se valora si el conjunto de actividades, medios utilizados y resultados obtenidos cumplieron con los objetivos propuestos. Durante su desarrollo se genera información para diferentes usuarios y es uno de los instrumentos más empleados en la difícil tarea de enfrentar la toma de decisiones.

Al esquematizar el ciclo de proyecto la bibliografía consultada recoge diversos términos que se refieren a las fases del mismo. En este estudio se opta por una clasificación que asumen González Gómez (2000) y Mata Varela (2016) en tres fases preparación, implementación y evaluación.

En el caso especial de las inversiones en bienes de capital y según criterio de Navarro Galera et al., (2016), “establece que el ciclo de vida consta de un total de seis fases sucesivas: concepto, desarrollo, producción, utilización, mantenimiento y retirada” (p.170). Sin embargo, esta estructuración no contradice la citada anteriormente, ni garantiza que los recursos consumidos en cada una de las fases sean de la misma cuantía.

Según la Comisión europea (2004), a lo largo del ciclo de vida de los proyectos de inversión se establecen relaciones internas y externas entre las diferentes fases componentes y actores. La fase de preparación tiene como salida fundamental el expediente del proyecto, que incluye el acuerdo original de financiamiento, las disposiciones técnicas y administrativas, y la matriz del marco lógico (MML) con programaciones; estos aspectos deben ser monitoreados en las dos fases restantes.

Durante todo el ciclo se establecen interacciones con el entorno en función de entradas y salidas, y atendiendo al flujo de información que se establece entre el personal de campo con el equipo de administración, el directorio del comité de proyecto, la delegación y/o ministerio interesado y el gobierno y socios.

La mayoría de los estudios de proyectos según González Gómez (2000), Díaz Díaz (2013) y Mata Varela (2016) reconocen cinco modalidades de evaluación, ex ante; línea de base; de proceso; de resultados o fin de proyecto y ex post.

Durante el proceso de sistematización se pudo comprobar que los enfoques integrados y marco lógico son los métodos más utilizados por las agencias y organizaciones europeas al abordar el ciclo de proyecto sobre todo en las fases de preparación e implementación, sin embargo, no son los únicos. Existen modelos conceptuales diversos que se aplican a las tres fases del ciclo de vida de proyectos de inversión, entre los que se encuentran los modelos de la economía, el enfoque de marco lógico (EML), la planificación orientada por objetivos (ZOPP), gestión del ciclo de proyectos y los modelos de autogestión o diagnóstico rural participativo (DRP) (tabla 1).

Tabla 1: Métodos de identificación y formulación de proyectos de inversión

MÉTODOS	DESCRIPCIÓN
Métodos de la Economía (Costo Beneficio (ACB), Costo Efectividad (ACE), Costo-Utilidad y Costo Impacto (ACI))	Todo proyecto a realizar implica costos para obtener beneficios. Si éstos pueden ser traducidos a unidades monetarias, es posible realizar la técnica del Análisis Costo-Beneficio, la que se basa en el principio de comparación de los beneficios del proyecto con sus costos. Las formas de cálculo más utilizadas son el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación costo-beneficio (IR). Cuando los beneficios de los proyectos no pueden ser expresados en términos de unidades de moneda, una técnica adecuada puede ser el Análisis de Costo-Eficacia (ACE) (Efectividad), compara los costos con la potencialidad de alcanzar más eficaz y eficientemente los objetivos propuestos. El análisis ACE puede proveer información sobre los menores costos para alcanzar un objetivo y los datos sobre costos y precios para lograr diferentes objetivos.
Método del Marco Lógico	Determina las acciones que se deben emprender y las relaciones o vínculos lógicos existentes entre los elementos de un proyecto (objetivos resultados, actividades, recursos e hipótesis o condiciones), dando como producto un esquema normalizado de presentación del proyecto (Matriz de Planificación de Proyecto).
Planificación orientada por objetivos (ZOPP)	Desarrolla la identificación y la formulación en dos partes (análisis y planificación) y 12 etapas participación, problema central, árbol de problemas, de objetivos, análisis y selección de alternativas, concreción de resultados, Indicadores objetivamente verificables (IOVs), análisis y valoración de supuestos, garantía sobre los resultados y determinación de recursos.
Gestión del Ciclo de Proyectos	Método que adopta la mayor parte de los procedimientos de los anteriores, desarrollado por diversas agencias europeas de cooperación y empleado por la Unión Europea. El enfoque integrado pretende la utilización de la herramienta de planificación en todo el ciclo del proyecto de desarrollo.
Modelos de participación o autogestión	Es una contribución voluntaria del individuo a un determinado proyecto y significa incluir a los beneficiarios como participantes en la toma de decisiones en las diferentes etapas del ciclo, e implicarles en el seguimiento del programa a partir de la cooperación en las actividades, compartiendo las informaciones y beneficios del proyecto, evaluando su avance, de modo que puedan aprender sobre su propio proceso, conocer nuevas técnicas de organización y gestión y aumentar el sentido de responsabilidad sobre su desarrollo así como decidir en todas las fases del proyecto.

Fuente: Elaborado a partir de(Santana Mata, 2014)

Todos estos modelos según Álvarez Echevarría et al., (2012), tienen elementos comunes que los caracterizan y como objetivo central “*determinar la riqueza adicional que genera un proyecto de inversión, así como el tiempo de recuperación*” (p. 116), aspectos presentes en el documento final resultante de las fases de preparación e implementación.

A raíz de la existencia de una necesidad reconocida por la Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP) (2015), resulta que pueden desarrollarse durante la fase de evaluación (tercera fase) dos modalidades; la primera conocida como evaluación de fin de proyecto o de resultado que abarca la revisión de los resultados y del objetivo específico, acumulando toda la información producida por el seguimiento, y la segunda conocida como ex-post o posterior que indaga sobre el nivel de cumplimiento de los objetivos, los cambios positivos, y los efectos negativos e inesperados en aras de determinar pertinencia, eficiencia, eficacia, viabilidad e impacto obteniéndose finalmente conclusiones y correcciones válidas para programas o proyectos nuevos (figura1).

En Cuba el proceso inversionista está regulado por Decreto Ley 327/2014 y según Mata Varela (2016) está integrado por una norma superior y 14 resoluciones complementarias; en su desarrollo se definen tres fases (preinversión, ejecución y explotación) que se corresponden claramente con tres tipos de evaluaciones: ex ante, durante y ex post.

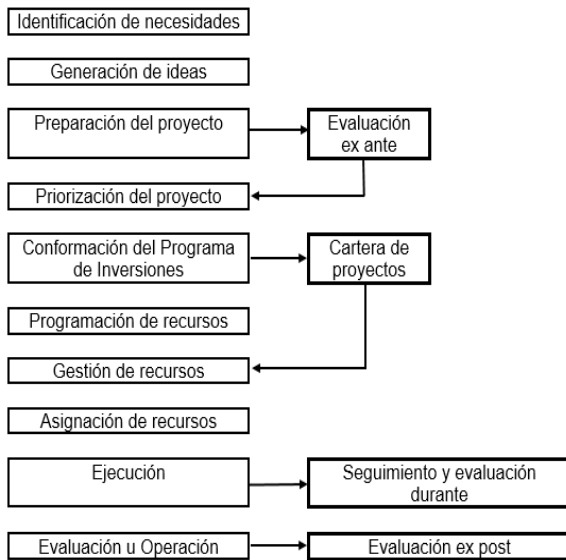


Figura 1: Proceso de inversión Fuente: Tomado de (Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP), 2015)

Los proyectos disponibles para ser ejecutados, se evalúan con base a indicadores sintéticos desde tres puntos de vista: financieros, económicos-sociales y ambientales, resumidos en la figura 2.

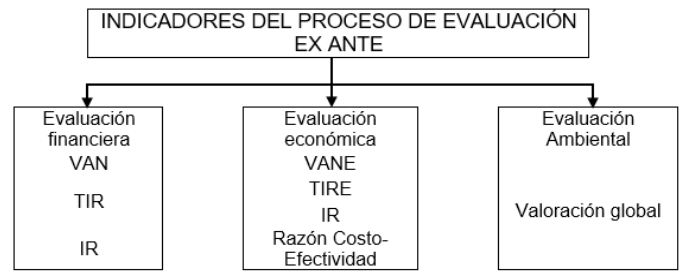
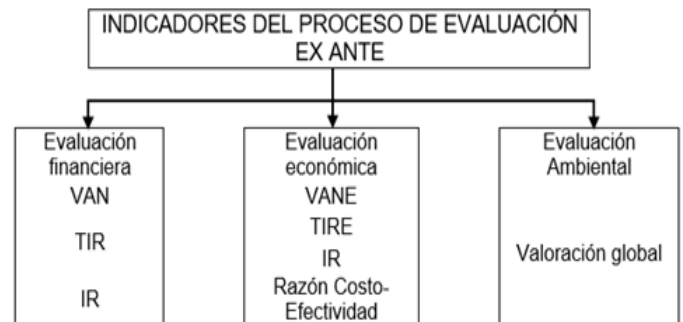


Figura 2: Proceso de inversión Fuente: Tomado de (Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP), 2015)

Los proyectos disponibles para ser ejecutados, se evalúan con base a indicadores sintéticos desde tres puntos de vista: financieros, económicos-sociales y ambientales, resumidos en la figura 2.



Al referirse al análisis financiero Marcel (2003) y Vedovoto y Prior (2013) señalan:

Se realiza considerando conceptos como el valor del dinero en el tiempo y también el costo de oportunidad. Estos conceptos son utilizados para definir indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) de los proyectos. Sin embargo, no siempre los métodos tradicionales dan cuenta de la complejidad de una decisión de inversión. (p. 147)

Otro aspecto importante según Milanesi, (2016) lo constituyen los defectos que pueden presentar algunas de estas técnicas dinámicas como es el caso de la TIR. “Una de las principales falencias de esta técnica se presenta en el ordenamiento de proyectos mutuamente excluyentes”(p. 41) y que puede ser enmendado a través de la Tasa de Rendimiento Promedio (TIRP). Continuando sobre el tema, esta autora insiste en los inconvenientes de la TIR y resalta su presencia cuando se analizan alternativas de inversión riesgosas; “en estos casos no existe concordancia entre los resultados obtenidos por el valor esperado de la TIR; $E[TIR(x)]$ y aquel de calcular la TIR de los flujos de fondos esperados de la inversión; $TIR[E(x)]$ ”. (p. 41)

Se seleccionó el procedimiento Mata Varela (2016) para ser aplicado en la realización de esta investigación. Las bases para la elaboración del mismo se sustentan en la experiencia teórico – práctica, y los resultados de investigaciones desplegadas en empresas y emprendimientos en diferentes sectores económicos fundamentalmente agropecuarios y pesqueros en Cuba y Ecuador.

El procedimiento escogido se fundamenta en el EML y el ciclo de vida de proyectos constituye el centro de análisis. Consta de dos fases, cinco etapas y 16 pasos, en tres acciones valorativas. La segunda fase abarca cinco etapas: Análisis del inversor, formulación de objetivos, generación de alternativas, evaluación de alternativas, y planeación de la implantación y el control. Concibe realizar las evaluaciones: ex ante, durante y ex post y en su aplicación se emplean un significativo número de técnicas de investigación científica, destacan entre ellas: cuestionarios, revisión documental, observación científica, matriz DAFO, método Fuzzy-Delphi, diagrama de Gantt, valores límites y vida común.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Unidad Empresarial de Base Silvícola Abreu cubre el 13.8% de la superficie total del municipio. Cuenta con un patrimonio integrado por bosques de conservación, protector de litoral, productores y protectores de agua y suelo. Asimismo, el 4.1% del área total pertenecen al patrimonio forestal de la especie Acacia, concentrados mayoritariamente (94.2%) en bosques productores (figura 3).

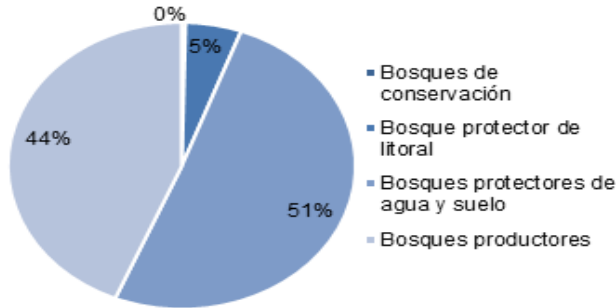


Figura 3: Patrimonio forestal de la UEB Silvícola Abreus

Durante el año 2018-2020 el proceso de reforestación en Abreu se realizó fundamentalmente con cuatro especies: acacia, eucalipto, pino macho y cedro. En cuanto a la supervivencia la especie acacia fue la de mayor resultado con un 54% (figura 4).

La inversión de reforestación tiene como características distintivas las siguientes: Su duración es de tres años, la unidad incurre en costos de inversión y operación que son financiados por el banco de Fomento Forestal (FONADEC), se paga además una bonificación o incentivo condicionada por el nivel de logro y supervivencia obtenido (60% o más), además de estar asegurada la plantación y solo a partir del séptimo año de vida de la plantación es que se autoriza la tala con destino productivo.

El costo de la inversión estuvo integrado por los gastos de preparación de tierra, plantación y fertilización, con un valor total para la inversión neta real de \$31368,28 contra un valor planificado de \$34026,44 materializando un subcosteo por este concepto de 7.81%. Los costos de operación para el periodo fueron de \$30406,80 mientras que de forma planificada se previó una suma de \$32852,83 subcosteada también en un 138.61%.

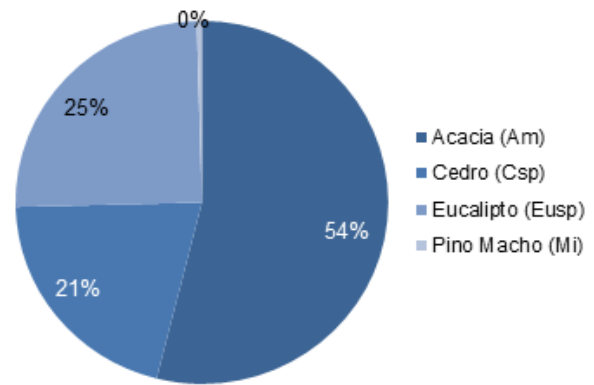


Figura 4: Supervivencia promedio por especie en la UEB Silvícola Abreu

El financiamiento del proyecto fue previsto para un valor de deuda de \$46815.49 con intereses totales de \$9831.25, realmente la deuda fue de 43342.56 generando intereses reales por el monto de \$9080.94. En este aspecto es necesario aclarar que al realizar los cálculos correspondientes a los intereses por los métodos de liquidación de adeudos conocidos y vigentes en Cuba (francés y alemán) difieren sensiblemente de los citados, aspecto que debe ser atendido por la empresa (tabla 2)

Tabla 2: Resultados del financiamiento del proyecto

	Plan	Real	Variación Absoluta	Variación Relativa (%)
Deuda	46815,49	43242,56	-3572,93	-7,63
Intereses	9831,25	9080,94	-750,32	-7,63
MID	6554,17	6053,96	-500,21	-7,63
MAP	6701,87	6190,39	-511,48	-7,63

Las entradas de efectivo asociadas a este proyecto se materializaron por concepto de ingresos, incentivo, seguro e intereses y se ilustran en la figura 5.

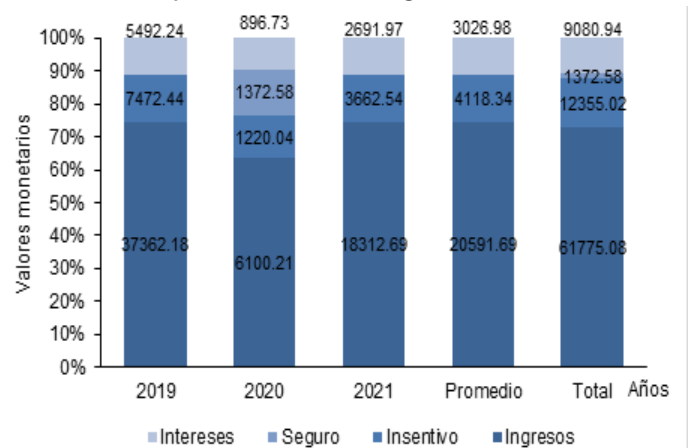


Figura 5: Entradas de efectivo anuales y totales generadas por la intervención

Fue objeto de análisis y de forma comparativa los indicadores que caracterizan la rentabilidad general del proyecto, dígase, valor actual neto, tasa interna de retorno, índice de rentabilidad y periodo de recuperación de la inversión, todas las técnicas dinámicas trabajadas presentan resultados durante el seguimiento por debajo de lo planificado, condicionado en gran medida por violaciones técnicas del proyecto (figuras 6, 7 y 8).

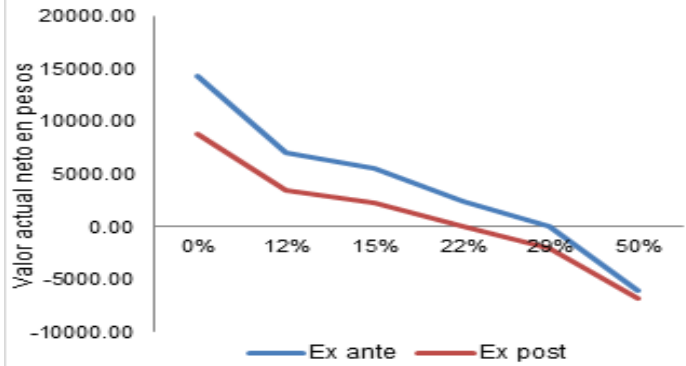


Figura 6: Perfiles del VAN

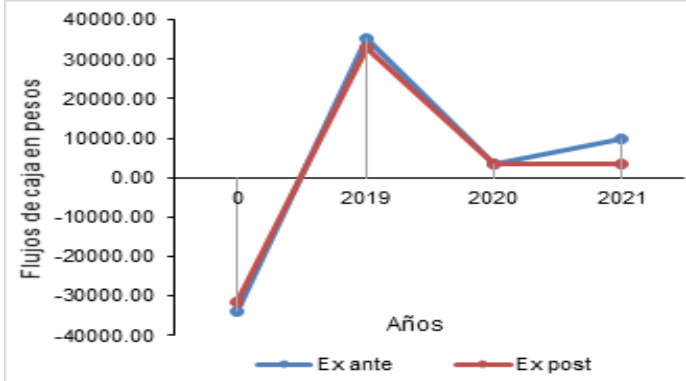


Figura 7: Flujos de caja periódicos

Tabla 3: Indicadores de sostenibilidad financiera de la intervención

Escenarios/indicadores de riesgo	Probabilidades (pi)	VAN (Ei)	$E(VAN)=\sum E_i \cdot p_i$	$E_i - E(VAN)$	$\sum (E_i - E)^2 \cdot p_i$
Optimista (Ex ante)	0,77	7050,54	5410,88	1697,46	2211296,54
Pesimista	0,23	-248,55	-57,80	-5601,63	7297278,58
Valor esperado			5353,08		9508575,12
Desviación típica					3083,60
Coefficiente de variación (CV)					57,60%
Optimista (Ex post)	0,77	3447,08	2645,43	859,45	566873,69
Pesimista	0,23	-248,55	-57,80	-2836,18	1870683,18
Valor esperado			2587,63		2437556,88
Desviación típica					1561,27
Coefficiente de variación (CV)					60,34%

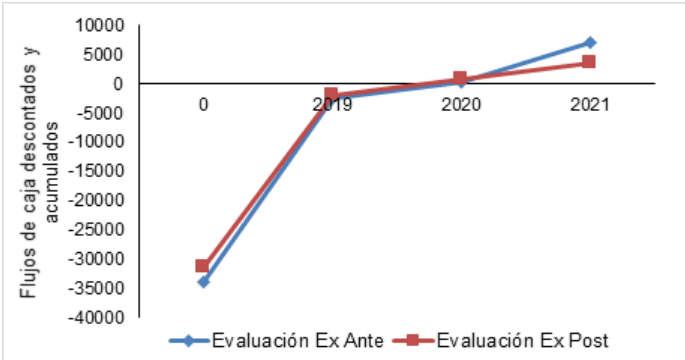


Figura 8: Período de recuperación de la inversión descontado

La sostenibilidad financiera del proyecto se obtiene con la aplicación de técnicas estadísticas conocidas como el valor esperado, desviación típica o estándar y el coeficiente de variación aplicados a la rentabilidad general del proyecto. Se desarrollan dos escenarios, uno optimista con probabilidad de ocurrencia del 77% y otro pesimista con probabilidad del 23%, obtenidas estos valores de probabilidad a partir de una serie histórica de siete años del 2016-2022 donde se contabilizan proyecto de reforestación que pierden el incentivo por insuficiente logro y supervivencia en las plantaciones. Los resultados exponen un proyecto de sostenibilidad media con coeficiente de variación de 57.60% de forma ex ante y 60.34% de forma ex post y que aparecen en la tabla 3.

Tabla 3: Indicadores de sostenibilidad financiera de la intervención

Escenarios/indicadores de riesgo	Probabilidades (pi)	VAN (Ei)	$E(VAN)=\sum Ei*pi$	$Ei-E(VAN)$	$\sum(Ei-E)^2*pi$
Optimista (Ex ante)	0,77	7050,54	5410,88	1697,46	2211296,54
Pesimista	0,23	-248,55	-57,80	-5601,63	7297278,58
Valor esperado			5353,08		9508575,12
Desviación típica					3083,60
Coeficiente de variación (CV)					57,60%
Optimista (Ex post)	0,77	3447,08	2645,43	859,45	566873,69
Pesimista	0,23	-248,55	-57,80	-2836,18	1870683,18
Valor esperado			2587,63		2437556,88
Desviación típica					1561,27
Coeficiente de variación (CV)					60,34%

Fuente: Elaborado a partir de los resultados del procesamiento de la información con ayuda de Microsoft Office Excel

La gestión del proyecto de forma general transita de alta (71%) a mala (29%); los índices de eficiencia económica, eficacia financiera, pertinencia e impacto se deprimen sustancialmente, de forma especial el primero de ellos, mientras que la sostenibilidad y la eficacia física se mantienen en niveles medios tanto de forma ex ante como de forma ex post, ver Tabla 4 y Figura 9.

Tabla 4: Principales resultados de los indicadores normalizados en tanto por uno

Indicadores	Ex ante	Ex post	Estandarizados	
			Ex ante	Ex post
Eficiencia económica				
Valor Actual Neto	7050,54	3447,08	1	0
Inversión Neta	34026,44	31368,28	1	0
Costos de operación	17700,89	16885,60	1	0
Flujos de Caja	16106,27	13371,77	1	0
Período de Recuperación descontados	1,93	1,70	1	0
Eficacia física				
Cantidad de plantas plantada	7497	7497	0	1
Cantidad de plantas logradas	6372	7197	0	1
Cantidad de plantas establecidas	6522	5698	1	0
Área beneficiada	4,50	4,30	1	0
Eficacia financiera				
Ingresos	66879,27	61775,08	1	0
Seguro	1372,58	1537,29	0	1
Intereses	9831,25	9080,94	1	0
Incentivo	20063,78	12355,02	1	0
Impacto				
Cantidad de plantas establecidas	6522	5698	1	0
Área beneficiada	4,50	4,30	1	0
Logro	85%	96%	0	1
Supervivencia	87%	76%	1	0
Pertinencia				
Cantidad de plantas establecidas	6522	5698	1	0
Logro	85%	96%	0	1
Supervivencia	90%	76%	1	0

Área beneficiada	4,50	4,30	1	0
Sostenibilidad				
Valor esperado rentabilidad	5353,08	2587,63	1	0
Desviación típica rentabilidad	3083,60	1561,27	1	0
Coefficiente de variación (CV)	57,60%	60,34%	0	1
Tasa ajustada	12,07%	12,07%	0	1

Nota: Elaborado a partir de los resultados del procesamiento de los indicadores con ayuda de Microsoft Office Excel.

Índices por componentes de evaluación y de gestión

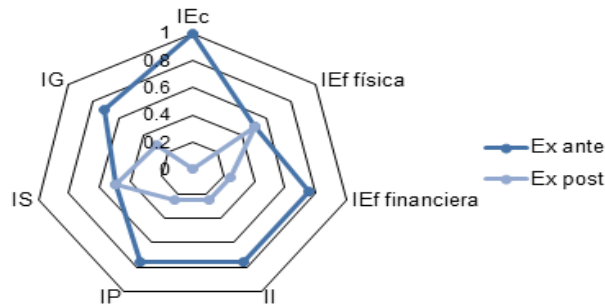


Figura 9: Índices por criterios de evaluación

CONCLUSIONES

- Los modelos de evaluación de proyectos encontrados en la literatura tienen elementos comunes que los caracterizan y que están presentes en el documento final resultante de las fases de preparación e implementación, dígame, árbol de problemas, árbol de objetivos, alternativas de inversión, programación de actividades, programación de recursos y factores de viabilidad, que además insisten en la identificación de la necesidad o problema a resolver como elemento medular del proceso inversionista.
- El estudio realizado devela deficiencias en la implementación del proyecto referido a violaciones técnicas que impactan directamente la rentabilidad y sostenibilidad de la intervención analizada.
- El análisis de sostenibilidad demuestra irregularidades en la implementación y evaluación de la intervención que se materializan con fuerza en los resultados de supervivencia y logro de las plantaciones y que esto no es un hecho aislado si no una regularidad en la práctica corroborado por la probabilidad de ocurrencia.
- Durante el estudio se demostró la tendencia general al decrecimiento de los índices de eficiencia económica, eficacia financiera, pertinencia e impacto que justifican el tránsito de la gestión de alta (71%) a mala (29%); sin embargo, la sostenibilidad y la eficacia física reciben calificaciones de moderada y coexisten con indicadores importante de este proceso como son cantidad de plantas establecidas, logradas y áreas beneficiada que constituyen fortalezas del proyecto

Álvarez Echevarría, F. A., López Sarabia, P., & Venegas Martínez, F. (2012). Valuación financiera de proyectos de inversión en nuevas tecnologías con opciones reales. *Contaduría y Administración*, 57(3), 115-145.

Bélgica. Comisión Europea. (2004). *Modalidades de ayuda. Líneas directrices. Gestión del ciclo del proyecto*. Oficina de Cooperación EuropeAid. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjt_o_msp_vAhXrBWMbHWu7AQA-QFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Feuropa.eu%2Fcapacity4dev%2Ffile%2F22257%2Fdownload%3F-token%3DLExRkl3M&usq=AOvVaw2aAqMVmtb1e-hen0yvsbbUr

Cabrera Manero, C., & Suárez Martínez, J. (2008). *El sector del transporte de carga internacional de Cuba y su influencia en el comercio exterior: Principales problemas y perspectivas*. (Tesis de Grado). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Chiavenato, I. (2005). *Introducción a la teoría general de la administración*. McGraw Hill.

Cuba. Partido Comunista de Cuba. (2017). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*. Editorial Política.

Delfín Ortega, O. V., & Navarro Chávez, J. C. L. (2015). Productividad total de los factores en las terminales de contenedores en los puertos de México: Una medición a través del índice Malmquist. *Contaduría y Administración*, 60(3), 663-685.

Díaz, A. (2013). *Aplicación de un Procedimiento para la Evaluación Ex Post en la etapa de operación del proyecto de Mejoramiento tecnológico del sistema de riego en las UBPC Victoria y desquite del municipio de Aguada de Pasajeros*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.

Doerr, O., & Sánchez, R. (2006). *Indicadores de productividad para la industria portuaria. Aplicación para América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6310-indicadores-productividad-la-industria-portuaria-aplicacion-america-latina-caribe>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, M. (2000). La evaluación ex-post o de impacto. Un reto para la gestión de proyectos de la Cooperación Internacional al Desarrollo. *Cuadernos de Trabajo de Hegoa*, 1(29), 5-47. https://publicaciones.hegoa.ehu.es/uploads/pdfs/157/Cuaderno_de_trabajo_29.pdf?1488539570
- González, M., & Trujillo, L. (2006). *La medición de la eficiencia en el sector portuario: Revisión de la evidencia empírica*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/4999078_La_medicion_de_la_eficiencia_en_el_sector_portuario_revision_de_la_evidencia_empirica
- Hitt, M., Black, J., & Porter, L. (2006). *Administración*. Pearson Educación.
- Honduras. Dirección General de Inversiones Públicas. (2015). *Guía metodológica general para la formulación y evaluación de programas y proyectos de inversión pública*. Secretaría de Finanzas. https://vickyandar.files.wordpress.com/2017/03/guia_metodologica_general_version_final_segunda-edicion-2015.pdf
- Infante, J. L. (2001). *Economía y producción*. Nueva Librería.
- Infante, J. L. (2012). Evaluación clínica de proyectos de inversión y su participación en las ganancias empresariales de los trabajadores. *Contaduría y Administración*, 57(4), 155-172.
- Kumar, P. (2004). Credit rationing and firms' investment and production decisions. *International Review of Economics and Finance*, 13(1), 87-114.
- Marcel, A. E. (2003). El real valor de las opciones reales. (Ponencia). *XXIII Jornadas Nacionales de Administración Financiera*, Córdoba, Argentina.
- Mata Varela, M. de la C. (2016). *Administración financiera del ciclo de proyectos de inversión agropecuarios*. (Tesis Doctoral). Universidad de Camagüey.
- Milanesi, G. S. (2016). La tasa interna de retorno promedio borrosa: Desarrollos y aplicaciones. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(40), 39-47.
- Morán Rodríguez, Y. (2017). *Propuesta de Plan Integral de Desarrollo. Puerto de Cienfuegos*. (Manuscrito sin publicar). Administración Marítima Territorio Centro.
- Navarro Galera, A., Ortúzar Maturana, R. I., & Alcaraz Quiles, F. J. (2016). La viabilidad del coste del ciclo de vida para la evaluación económica de inversiones militares. *Revista de Contabilidad- Spanish Accounting Review*, 19(2), 169-180.
- Porteiro, J. C. (2010). Introducción a la formulación de proyectos de inversión. (Ponencia). *Curso Introductorio en Cuba*, Matanzas, Cuba.
- Ramírez Cruz, Z., Cabrera Manero, C., & Suárez Martínez, J. (2015). *El sector del transporte de carga internacional de Cuba y su influencia en el comercio exterior: Principales problemas y perspectivas*.
- Rosales Posas, R. (1999). *Formulación y evaluación de proyectos*. Instituto Centroamericano de Administración Pública.
- Santana Mata, A. Y. (2014). *Evaluación del desempeño de proyectos. Caso de estudio Finca Agroecológica en la localidad de Rancho Luna*. (Tesis de Grado). Universidad de Cienfuegos.
- Valencia Herrera, H. (2015). Complementariedad de las inversiones a largo plazo y de capital de trabajo ante oportunidades de negocios y consideraciones de liquidez en países latinoamericanos. *Estudios Gerenciales*, 31(137), 364-372.
- Vedovoto, G. L., & Prior, D. (2015). Opciones reales: Una propuesta para valorar proyectos de I+D en centro públicos de investigación agraria. *Contaduría y Administración*, 60(1), 145-179.
- Ladino, M. P; Villeda, J. J. (2013). Efecto de la aplicación de Acetato de Gonadorelina al día 21 pos inseminación sobre el porcentaje de reabsorción embrionaria en vacas lecheras). Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1679/1/CPA-2013-047.pdf>
- Lesmes, L. (2014). La vaca repetidora (VR) y alternativas de apoyo. <http://www.laboratoriosprovet.com/expertos-a-su-disposicion/articulos-tecnicos/36-la-vaca-repetidora-vr-y-alternativas-de-apoyo>
- López, G. F., P. Santolaria, A. Martino, F. Deletang, F. De Rensis (2006). The effects of GnRH treatment at the time of AI and 12 days later on reproductive performance of high producing dairy cows during the warm season in northeastern Spain. *Theriogenology* 65(4): 820-830.
- Raso, M. (2012). Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (I.A.T.F). http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_ganaderia46_inseminacion_ovina.pdf
- Sheldon, I.M.; H. Dobson. (1993). Effects of gonadotropin releasing hormone administered 11 days after insemination on the pregnancy rates of cattle to the first and later services. *Vet. Rec.* 133: 160-163.
- Sreenan, J. M; Diskin, M. G (1994). El alcance y el momento de la mortalidad embrionaria en la vaca. *Mortalidad embrionaria en animales de granja*, 1-11. doi: 10.1007 / 978-94-009-5038-2_1. ECSC, EEC, EAEC, Brussels-Luxembourg.

Velázquez, Cruz J. E. Vázquez Elizondo, C. A. Arvizu Ulloa, R. García Fernández, I.G. (2009). Efecto de la GnRH pos inseminación sobre la concentración de progesterona y las tasas de concepción en vacas repetidoras Holstein en condiciones de estrés calórico. *Técnica Pecuaria en México* 47(1):107-115.

Wiltbank, M. C., Souza, A. H., Carvalho, P. D., Cunha, A. P., Giordano, J. O., Fricke, P. M., Diskin, M. G. (2014). Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal*, 8(SUPPL. 1), 70–81. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000585>.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores interesados en publicar en la Revista Científica Agroecosistemas deberán enviar sus contribuciones en español o inglés a la siguiente dirección electrónica: agroecosistemas@ucf.edu.cu

Los trabajos enviados para su publicación han de ser inéditos; no deben haber sido presentados simultáneamente en otra revista y no pueden contener plagio. Las contribuciones podrán escribirse en Microsoft Office Word u Open Office Writer, en formato carta, empleando letra Verdana a 10 puntos puntos e interlineado sencillo. Los márgenes superior e inferior serán a 2,5 cm y se dejará 2 cm para el derecho e izquierdo. Los tipos de contribuciones que aceptará la revista serán: artículos de investigación científico-tecnológica, artículos de reflexión, artículos de revisión y reseñas bibliográficas.

Estructura de los manuscritos

El envío de los artículos deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Extensión entre 10 y 15 páginas.
- Título en español e inglés (20 palabras como máximo).
- Nombre (completo) y apellidos de cada uno de los autores, antecedido por el título académico o científico (se recomienda no incluir más de tres autores por artículo).
- Adscripción laboral, país y correo electrónico.
- Resumen en español y en inglés (no excederá las 250 palabras) y palabras clave (de tres a diez en español e inglés).
- Introducción, en la que se excluya el diseño metodológico de la investigación; Materiales y métodos; Resultados y discusión, para artículos de investigación científico tecnológica, el resto de las contribuciones tendrá en vez de estos dos apartados un Desarrollo; Conclusiones, nunca enumeradas; y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

Requisitos formales

- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.
- Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.
- Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se enviarán en texto editable. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).
- Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Serán enviadas en formato .jpg. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).
- Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.
- Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: Apellido (año, p. Número de página), si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es). Si no se incluyen estos datos en el texto se utilizará la variante: (Apellido, año, p. Número de página). El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

Nota:

El Consejo Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios que considere pertinentes para mejorar la calidad del artículo.

Revista publicada bajo una Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Sin Derivar 4.0 Internacional. Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862



Síguenos en:

<http://universosur.ucf.edu.cu/>

<http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>



Editorial: "Universo Sur".

Universidad de Cienfuegos.

Carretera a Rodas, Km 3 ½.

Cuatro Caminos. Cienfuegos. Cuba.

CP: 59430

© Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.