

UNIVERSIDAD, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

El contexto económico y agropecuario actual a nivel mundial muestra avances en cuanto a la tecnología que ha logrado desarrollarse y aplicarse, así como a procedimientos novedosos que se utilizan en las diversas producciones. Socializar experiencias en este sentido, resulta vital para contribuir al avance social en el desarrollo de una agricultura sostenible. En este volumen se presentan resultados de investigaciones cubanas e internacionales relacionadas con el desarrollo agroecológico sostenible, la recuperación y conservación de suelos, la fertilización biológica, el empleo de bioestimulantes en cultivos, la evaluación de cultivares, el fitomejoramiento participativo, el manejo de la alimentación animal y la caracterización socioeconómica de unidades productivas.

VOLUMEN I



EDACUN

EDITORIAL ACADÉMICA UNIVERSITARIA

VOLUMEN I

ISBN: 978-959-7272-03-8



9 789597 272038



Colectivo de autores

Universidad, conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible

UNIVERSIDAD, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Colectivo de autores

Ciencias Agrícolas

EDITORIAL ACADÉMICA
UNIVERSITARIA



© **Universidad, conocimiento e innovación para el desarrollo sostenible. Volumen I**

Colectivo de autores

ISBN: 978-959-7272-02-1 (Obra completa)

ISBN: 978-959-7272-03-8 (Volumen I). Primera edición, septiembre 2023

Sello Editorial: Editorial Académica Universitaria (EDACUN) (978-959-7272)

Comité editorial

Dr. C. Ana de la Luz Tirado Benítez. *Jefa del Grupo Editorial.*

M. Sc. Osmany Nieves Torres. *Director Académico de la Editorial Académica Universitaria (EDACUN).*

M. Sc. Odayris Liliana Fonseca Mastrapa. *Jefa de Edición de la Editorial Académica Universitaria (EDACUN).*

M. Sc. Yunisleidys Castillo López. *Editora.*

M. Sc. Ariana Urquiza Cordero. *Editora.*

M. Sc. Miriam Gladys Vega Marín. *Editora.*

Dr. C. Elsa del Carmen Gutierrez Báez. *Informática.*

Comité organizador del evento

Dr. C. Yoenia Virgen Barbán Sarduy. *Presidenta.*

Dr.C. Yithsell Santiesteban Almaguer. *Vicepresidenta.*

Dr. C. María Gertrudis Batista Ortiz. *Secretaria ejecutiva.*

Coordinadores de talleres

Dr. C. Grechel Calzadilla Vega. *Academia y sociedad (ACASOC).*

M. Sc. Anaís Angela Chapelli Méndez. *Educación y sociedad (EDUSOC).*

Dr. C. Luis Téllez Lazo. *Innovación educativa en el siglo XXI (INNOED).*

Dr. C. Delmis Coralia Leyva Carralero. *Ciencias de la cultura física y el deporte.*

Dr. C. Juan Idalberto Ricardo Botello. *Desarrollo comunitario y rural (COMUR).*

Dr. C. Yadira Velázquez Labrada. *Ciencias Técnicas Integradas.*

Dr. C. Yamile Batista Yero. *Ciencias Agrícolas.*

Dr. C. Rolando Borrero Rivero. *Ciencias económicas y de la administración pública empresarial.*



ÍNDICE

<i>María Jo García, René H. Hernández Gonzalo, Griseida María Pérez Martín y Humberto Valdés Márquez</i> ADAPTACIÓN DE VITRO PLANTAS DE PLÁTANO MUSA SP. VAR. CLONAL PL 2017 CON EXTRACTOS NATURALES.....	1
<i>Luis M. Herrera Sardiñas, Marianela Cintra Arencibia, José A. Martínez Cañizares, Thomas Carbonell Mestre y Licet Castro Caraballo</i> ANTECEDENTES DE LA APLICACIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN GUANTÁNAMO	10
<i>Dayami Laguna Avila, Gladia González Ramírez, Carlos Pupo Feria y Camilo García Carbajal</i> APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DEL PEPINO (CUCUMIS SATIVUS, L.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA	19
<i>Maria Caridad González Borlet, Asterio Denis Barbarú Grajales, Zoraya Rodríguez Alonso, Lorenza Hernández Labrada, Madelaine Meriño Lara, María de los Angeles Santos González, Narledio Castillo Pacheco y Yovanny Guerra Salina</i> CARACTERIZACIÓN TÉCNICO MEDIOAMBIENTAL EN FINCAS EN EL PROYECTO EXTENSIÓN TECNOLÓGICA PARA LA ADAPTACIÓN DEL GANADO CAPRINO EN JESÚS MENÉNDEZ	28
<i>Guillermo Alberto Miranda Moya, Madelaine Meriño Lara, Yanet Avila Prieto, Gleibys García Torres y Eduardo Tomás Pérez Silva</i> CEBA DE CORDEROS PELIBUEY SUPLEMENTADOS CON MORINGA EN LA U.B.P.C. NO. 27 “MOLINET” DEL MUNICIPIO PUERTO PADRE	37
<i>Aracelis Romero Arias, Raquel Ruz Reyes, Santa Laura Rodríguez Leyva y Yosbany Ugarte Oquendo</i> COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE CULTIVARES DE SOYA (GLYCINE MAX, (L.) MERRIL)	44
<i>Raquel María Ruz Reyes, Aracelis Romero Arias y Alexis Lemes Pérez</i> COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE CULTIVARES DE TOMATE (Solanum lycopersicum, Mill) PARA LA PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL MUNICIPIO MAJIBACOA	52
<i>Oscar Carmenate Figueredo, Carlos Pupo Feria, Gladia Gonzales Ramírez, Raquel María Ruz Reyes y Yoenmis Vázquez Perdomo</i> CONVERSIÓN AGROECOLÓGICA. CASO FINCA LA MONTAÑA DEL MUNICIPIO LAS TUNAS	61
<i>Carlos Pupo Feria, Gladia González Ramírez, Vener Pérez Lemes, Oscar Carmenate Figueredo y Narciso A. Cruz Molina</i> EFECTO DE BIOPRODUCTOS EN LA PRODUCCIÓN DE SOLANUM LYCOPERSICUM, L. EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS.....	72
<i>Leomiguel Rodríguez Quesada, Hilaris Leyva Gómez y José Félix Cutiño Oliva</i> EL BENEFICIO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS	82
<i>Yamile Batista Yero, Santa Laura Leyva Rodríguez, Lidisbe Espinosa Reyes, Maricela Pérez Méndez y Eili María Castro Leyva</i> EL CULTIVO DE LA CRATYLIA ARGENTEA COMO ALTERNATIVA PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS.....	92

<i>Santa Laura Leyva Rodríguez, Yamilé Batista Yero, Madelaine Meriño Lara, Thomas Alejandro Pereira Rodríguez y Daniela Rodríguez Rondón</i>	
EL NOPAL UNA ALTERNATIVA FUNCIONAL PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO EN LAS TUNAS	101
<i>Gladia González Ramírez, Carlos Pupo Feria, Vener Pérez Lemes, Oscar Carmenate Figueredo y Lianysleidis Mendoza Alvarez</i>	
EMPLEO DE BIOPRODUCTOS EN EL CULTIVO DE LA SOYA (GLYCINE MAX, (L) MERRIL).....	110
<i>Alberto Méndez Barceló, Frank Jorge Viera Barceló y Mireldis Fonseca Pérez</i>	
ENTOMOFAUNA ASOCIADA A LAS FORMACIONES FORESTALES EN UN SECTOR DEL ÁREA PROTEGIDA BAHÍA DE MALAGUETA, LAS TUNAS, CUBA.....	120
<i>Luritza Margarita Peña Molina, Aracelis Romero Arias, Raquel Ruz Reyes, Yisel Tatiana Pupo Rabi y Juan Miguel Ávila Concepción</i>	
EVALUACIÓN AGROPRODUCTIVA DE CULTIVARES DE GARBANZO (CICER ARIETINUM, L.) EN EL MUNICIPIO PUERTO PADRE	128
<i>Maybel Miranda Leyva</i>	
EVALUACIÓN AGROPRODUCTIVA DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE BRACHIARIA EN UN SUELO PARDO GRISÁCEO EN CONDICIONES DE SECANO	138
<i>Neysis Pérez Fernández, Osberto Gutiérrez Guevara, Mireldi Fonseca Pérez, Aniel Cruz González, Carlos Pupo Feria y Gladia González Ramírez</i>	
EVALUACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DE LA HABICHUELA (VIGNA UNGUICULATA, (L) WALP.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA	147
<i>Feisy Pérez Amores, Oscar Romero Cruz y Alicia Centurión Fajardo</i>	
PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR TABLAS CONFIABLES DE COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS PARA EL GANADO.....	155
<i>Osberto Gutiérrez Guevara, Neysis Pérez Fernández, Mireldi Fonseca Pérez, Leyani Batista Jiménez, Carlos Pupo Feria y Gladia González Ramírez</i>	
EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y FITOMAS®-E EN EL CULTIVO DE LA COL CHINA (BRASSICA PEKINENSIS, L.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA	165
<i>Noiry Pérez Pómpa, Santa Laura Leyva Rodríguez, Madelaine Meriño Lara, Yordanis Ramírez Pérez y Antonio Oduardo Olano</i>	
INFESTACIÓN DE DICHROSTACHYS CINÉREA Y SU INCIDENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LOS SUELOS FERSIALÍTICOS PARDOS ROJIZOS	175
<i>Leydis Enedina Hernández Salido, Raquel María Ruz Reyes y Daniel Antonio Guerrero Escalona</i>	
INFLUENCIA de FERTILIZACION CON EcoMic® y Codafol 14-6-5 EN CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS) EN LA CCS OMAR PÉREZ PÉREZ	184
<i>Flor Celi Carrión, Diego Pineda Arévalo, Nelson Cobos Suárez y Gonzalo Chamba Díaz</i>	
POLÍTICAS AGRÍCOLAS APLICADAS AL SECTOR MAICERO DE CELICA, PINDAL Y ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA.....	192

ADAPTACIÓN DE VITRO PLANTAS DE PLÁTANO MUSA SP. VAR. CLONAL PL 2017 CON EXTRACTOS NATURALES

IN VITRO ADAPTATION OF BANANA PLANTS MUSA SP. VAR. CLONAL PL 2017 WITH NATURAL EXTRACTS

María Jo García, maria.jo@upr.edu.cu

René H. Hernández Gonzalo, rene.hdez@upr.edu.cu

Griseida María Pérez Martín, griseidaperez@upr.edu.cu

Humberto Valdés Márquez, humberto.valdes@upr.edu.cu

RESUMEN

El objetivo de la investigación es determinar el efecto estimulante del extracto de *Aloe vera* Mill combinado con el extracto de *Moringa oleífera* L en la adaptación de vitroplantas de plátano manzano PL 2017. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los efectos de los tratamientos sobre las vitro plantas fueron observados en las variables: altura de la planta, número de hojas, diámetro del pseudotallo, número de raíces, longitud de las raíces, diámetro de las raíces. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al testigo en casi todas las variables estudiadas, lo cual evidencia el efecto positivo de los bioestimulante sobre las vitro plantas de plátano durante la fase de aclimatación. El mejor comportamiento se obtuvo con los tratamientos, extracto de Aloe Vera al 6 % + extracto de Moringa oleífera al 6 % y el tratamiento, extracto de Aloe Vera al 8% + extracto de Moringa oleífera al 8 % estos son elementos importantes para evaluar la calidad de las posturas durante los estudios para una mejor adaptación.

PALABRAS CLAVES: vitroplantas, plátano, bioestimulante, adaptación.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the stimulating effect of Aloe vera Mill extract combined with Moringa oleifera L extract on the adaptation of PL 2017 apple banana vitroplants. A randomized block design with five treatments and three replicates was used. The effects of the treatments on the vitroplants were observed in the variables: plant height, number of leaves, pseudostem diameter, number of roots, root length, root diameter. The results showed that there were significant differences between the treatments with respect to the control in almost all the variables studied, which evidences the positive effect of the biostimulants on the banana vitro plants during the acclimatization phase. The best performance was obtained with the treatments, Aloe Vera extract at 6% + Moringa oleifera extract at 6% and the treatment, Aloe Vera extract at 8% + Moringa oleifera extract at 8%, which are important elements to evaluate the quality of the seedlings during the studies for a better adaptation.

KEY WORDS: vitroplants, banana, biostimulant, adaptation.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial y el deterioro acelerado de los agroecosistemas en las últimas décadas, impone al sector agroindustrial la búsqueda y formulación de nuevos y mejores productos que permitan obtener producciones agrícolas sostenibles y

alimentos más saludables. Una de las áreas prometedoras en la agricultura moderna es el uso racional de bioproductos con actividad estimulante del crecimiento de plantas, obtenidos de materias primas locales (EL Boukhari y otros, 2020).

Se ha encontrado que los bioestimulantes vegetales de origen microbiano y no microbiano, inducen respuestas horméticas en las plantas e incrementan su productividad y protección bajo condiciones de estrés (Vargas-Hernández y otros, 2017).

El plátano (*Musa spp.*), es una de las frutas tropicales más importantes a nivel mundial, el mayor exportador de plátano es India, seguido de China, Ecuador, Brasil e Indonesia (FAO, 2018). El plátano es una fruta importante debido a que esta forma parte esencial de la dieta diaria para los habitantes de más de cien países tropicales y subtropicales; también brinda una gran fuente de empleos e ingresos a todos aquéllos que se dedican a producir este cultivo (Álvarez Morales y otros, 2020).

Valera y Cruz (2013) manifiestan que el plátano tiene un alto valor nutritivo, Es rico especialmente en potasio, vitamina C, B6 y ácido fólico. Combinados con su fibra, los tres azúcares naturales que contiene (sacarosa, fructosa y glucosa) es una inyección instantánea y sostenida de energía para el cuerpo humano.

En Cuba, su cultivo tiene una alta prioridad en el programa alimentario nacional, debido a sus arraigados hábitos de consumo, alta demanda y su capacidad de producir frutos durante todo el año. Para cumplir con este empeño son utilizadas en el país varias formas para la producción de “semillas”, dentro de ellas: hijos procedentes de campo, el uso de pregerminadores, viveros, Centros de Reproducción Acelerada de Semillas (CRAS).

Oviedo y otros, (2012) manifiesta que las vitroplantas deben adaptarse desde el punto de vista morfológico y fisiológico después de su transferencia del cultivo *in vitro* a las condiciones *ex vitro*, es decir que cambian su metabolismo heterotrófico o mixotrófico al autótrofo. El período más crítico de la micropropagación es la adaptación y es donde ocurre el mayor porcentaje de pérdidas, es por eso, que un adecuado manejo que garantice una adaptación de las jóvenes plantas es sumamente importante.

Los bioestimulantes son formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de $0,1 \text{ g.L}^{-1}$) junto con otros compuestos químicos incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales. La concentración hormonal en los bioestimulantes casi siempre es baja, los tipos de hormonas contenidas y las cantidades de cada una de ellas depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, entre otros) y su procesamiento.

La sábila (*A. vera* Mill) contiene hormonas como la giberelina y auxinas que incrementa la división celular, el fosfato de manosa que ejerce un grado de estimulación sobre las células y se evidencia la interacción entre el polisacárido y los receptores celulares, contiene manosa y glicoproteínas que estimulan la actividad celular del sistema inmune (Del Ángel, 2017).

Meade y Lela, (2014) aluden que uno de los usos más importantes que se le da a la Moringa en la agricultura, es como hormona de crecimiento para las plantas. Esta sustancia utilizada para el incremento en la velocidad de crecimiento y tamaño, es

extraída del jugo de las hojas de moringa. También mencionan que el jugo de hojas de moringa, provoca incrementos en el crecimiento de las plantas, aumentando su rendimiento entre un 25% y un 30%, este incremento de rendimiento, se ha probado en numerosas cosechas, dando resultados similares. La sustancia activa que produce estos cambios en el crecimiento de las plantas es la llamada Zeatina, una hormona vegetal

Las hojas de *Moringa oleifera* Lam, poseen varios constituyentes químicos como: aminoácidos, iones minerales, ascorbatos, fitohormonas como la Zeatina y metabolitos secundarios. Esto hace que sus extractos se utilicen para potenciar el crecimiento de algunas plantas. Además, se le adjudica actividad antimicrobiana frente a patógenos de interés agrícola (Pérez-Gómez y otros, 2019).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto estimulante del extracto de *Aloe vera* Mill combinado con el extracto de *Moringa oleifera* L en la adaptación de vitroplantas de plátano en la Biofábrica de Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el 2022, en la Biofábrica de Pinar del Río, perteneciente a la empresa de Semillas Varias del Ministerio de la Agricultura, ubicada en la Avenida Borrego, Reparto Hermanos Cruz de la Ciudad de Pinar del Río, con una Longitud: 83° 40' 33.5" Oeste y una Latitud: 22° 25' 21.4" Norte.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, En la Tabla 1, se reflejan los tratamientos, forma y momento de aplicación de los extractos utilizados.

Tabla 1. Tratamientos, forma y momento de aplicación.

#	Tratamientos	Forma de aplicación	Momento de aplicación	de
To	Testigo(Urea)	Foliar		
T1	Ext. Aloe vera 6 % + ext. Moringa 6 %.	Foliar	10, 17 y 24 días	
T2	Ext. Aloe vera 6 % + ext. Moringa 8 %.	Foliar	10, 17 y 24 días	
T3	Ext. Aloe vera 8 % + ext. Moringa 6 %	Foliar	10, 17 y 24 días	
T4	Ext Aloe vera 8 % + ext. Moringa 8 %	Foliar	10, 17 y 24 días	

Se evaluaron 15 plantas al azar por repeticiones en cada tratamiento y se le realizaron las siguientes observaciones:

Altura de la planta (cm): Se procedió a medir desde el cuello al punto de inserción de la última hoja con una regla graduada en cm.

Número de Hojas (uno): Se contó el número de hojas de 15 plantas.

Diámetro del pseudotallo (mm): Con un pie de rey, se midió la base de cada plántula el diámetro del pseudotallo.

Número de las raíces (uno): Se contó el número raíces de las quince plantas.

Longitud de las raíces (cm): Con una regla se midió la longitud de las raíces y se calculó el promedio.

Diámetro de las raíces (mm): con el pie de rey se midió el diámetro de las raíces y se calculó el promedio.

Las vitroplantas de plátano P L 2017 procedente de la fase de enraizamiento, se sumergieron durante 25 min en extracto de *Aloe vera* Mill al 6%. Posteriormente fueron trasplantadas a bolsas de polietileno de 10 x 15 cm que contenían como sustrato humus lombriz. Las características del humus se describen en la tabla 3.

Tabla 2. Composición química del humus de lombriz del sustrato utilizado.

pH(H ₂ O)	N	P	K	MO	Ca ²⁺	Mg ²⁺
	(%)				(cmol kg ⁻¹)	
7,0	20,7	11,2	3,4	50,7	40,9	16,7

Atenciones culturales

Se instaló en un umbráculo cubierto con una malla protectora (zarán), que garantiza un 50-70% de la reducción de la intensidad luminosa las bolsas con las vitro plantas. Se empleó el riego por microaspersor de forma tal que se garantizó una humedad adecuada, aplicando tres riegos diarios de cinco a ocho minutos en los primeros quince días, y luego uno diario.

Se ejecutó las labores culturales según (Instructivo Técnico para la Micropropagación de Plátano y Banano, 2018).

Análisis Biométrico

Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS), para Windows, versión 22, con el cual se realizó el siguiente análisis: Se evaluó los datos para determinar si cumplían el principio de uniformidad y normalidad, en caso de que no se cumplían los mismos se procedió a realizar transformaciones. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. Para los tratamientos que presentaron diferencia significativa, se realizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 1 y 5 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de las combinaciones del bioestimulante sobre caracteres morfológicos

En la tabla 4 se muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos sobre la altura del pseudotallo, número de hojas y diámetro del pseudotallo. En ellos se observa un efecto positivo de los tratamientos sobre las variables descritas.

Tabla 3. Efectos de la combinación de diferentes dosis del bioestimulante sobre caracteres morfológicos.

Tratamientos	Altura del pseudotallo (cm)	Nº. Hojas	Diámetro del pseudotallo (cm)
(Aloe 6 %+ Moringa 6 %)	15,72 ^a	7,87 ^a	0,93 ^{ab}
(Aloe6 %+Moringa 8 %)	13, 83 ^a	6,40 ^a	0,85 ^{ab}
(Aloe8 %+ Moringa 6%)	13, 30 ^a	7,07 ^a	0, 91 ^{ab}
(Aloe8%+ Moringa8 %)	13,27 ^a	6,20 ^a	0,97 ^a
Testigo	8,40 ^b	4,40 ^b	0,49 ^c
ESX	8,60	1,66	0,02
CV. (%)	6,59	4,06	3,02

Superíndice: Letras iguales no difieren estadísticamente, letras diferentes si, para la Dócima de Duncan $p < 0,05$.

En las variables altura del pseudotallo y número de hojas todos los tratamientos presentan diferencias significativas respecto al testigo, pero no presentan diferencias entre ellos. Es decir, estadísticamente el efecto de los tratamientos sobre la variable dependiente es el mismo.

La variable diámetro del pseudotallo mostro similar comportamiento al anterior respecto al testigo, se observaron diferencias significativas en todos los tratamientos respecto a este. Sin embargo, el comportamiento de los tratamientos no fue el mismo sobre la variable dependiente, existiendo diferencias significativas entre ellos. El T4 (Aloe 8 % + Moringa 8 %) fue el de mejor comportamiento, seguido del T1 (Aloe 6 % + Moringa 6 %) y T2 (Aloe 6 % + Moringa 8 %), con similar efecto, y el T3 (Aloe 8 % + Moringa 6 %).

Coincidimos con Villafranca (2022) quien alude que trabajando con extracto de Aloe + Moringa en la adaptación de vitro plantas de plátano clon FIAH 04 los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al testigo en casi todas las variables estudiadas, lo cual evidencia el efecto positivo del bioestimulante sobre las vitro plantas de plátano durante la fase de aclimatación. El mejor comportamiento para los parámetros morfológicos se obtuvo con los tratamientos T1, extracto de Aloe Vera al 6 % + extracto de Moringa oleífera al 6 % y el tratamiento T4, extracto de Aloe Vera al 8% + extracto de Moringa oleífera al 8 %.

Estos resultados son similares a los obtenidos por (López y otros, 2017) con la aplicación foliar de los bioestimulantes ME-50, VL y BB-16. Los autores consideran que el efecto sobre las plantas de cultivo pudo estar asociado a la incorporación de sustancias y elementos que estimulan el crecimiento de las plantas, presentes en su composición.

Resultados similares fueron obtenidos además por Jó-García y otros (2020) los que aluden que se aprecia, que las aplicaciones foliares de Aloe vera al 4 y 6 % difieren significativamente con el testigo. Pérez-Gómez y otros, (2019) dan a conocer el efecto beneficioso del extracto acuoso de hojas de moringa sobre los indicadores morfológicos en la aclimatización de la piña 'MD-2'.

El efecto positivo de los tratamientos con respecto al testigo, puede estar relacionado a que la sábila contiene hormonas como la giberelina y auxinas que incrementa la división celular, el fosfato de manosa que ejerce un grado de estimulación sobre las células y se evidencia la interacción entre el polisacárido y los receptores celulares, contiene manosa y glicoproteínas que estimulan la actividad celular del sistema inmune como supone (Del Ángel, 2017).

Por su parte, Meade y Lela (2014) argumentan que el jugo de hojas de moringa, provoca incrementos en el crecimiento de las plantas, aumentando su rendimiento entre un 25% y un 30%, este incremento de rendimiento, se ha probado en numerosas cosechas, dando resultados similares.

Otros autores señalan que con los bioestimulantes combinados se obtienen resultados muy positivos en los parámetros morfo fisiológicos. La aplicación combinada de los tres bioestimulantes de Biobras-16 + Eloplant + Humus foliar, producen un mayor efecto que cuando se aplican dichas sustancias aisladamente. Los resultados obtenidos en el cultivo del frijol *Phaseolus vulgaris* L mostraron que la aplicación foliar de los diferentes bioestimulantes incrementan los indicadores morfo fisiológicos y de rendimiento.

Efectos de diferentes dosis del bioestimulante sobre las raíces

En la tabla 5 se muestra el comportamiento de los diferentes tratamientos sobre las variables dependientes número de raíces, diámetro de las raíces y longitud de las raíces. En ellos se observa un efecto positivo de los tratamientos sobre las variables descritas, excepto para la variable diámetro de las raíces, donde no hubo diferencias con respecto al testigo (T0).

Tabla 4. Efectos de diferentes dosis del bioestimulante sobre las raíces.

Tratamientos	Número de raíces (u)	Diámetro de las raíces (mm)	Longitud de las raíces (cm)
(Aloe 6% + Moringa 6 %)	8,00 ^a	0,20 ^a	12,65 ^a
(Aloe 6 % + Moringa 8%)	7,20 ^{ab}	0,18 ^a	12,54 ^a
(Aloe 8 % + Moringa 6 %)	6,20 ^b	0,18 ^a	9,64 ^b
(Aloe 8 % + Moringa 8 %)	6,40 ^b	0,16 ^a	9,50 ^b
Testigo	5,00 ^c	0,20 ^a	5,36 ^c
Esx	0,49	0,04	0,71
CV. (%)	7,47	22,28	7,14

Superíndice: Letras iguales no difieren estadísticamente, letras diferentes si, para la Dócima de Duncan $p < 0,05$.

En la variable número de raíces, todos los tratamientos mostraron diferencias significativas respecto al testigo. El tratamiento (Aloe 6 %+ Moringa 6 %) fue el de mejor comportamiento con 8 raíces, seguido por el tratamiento (Aloe 6 % + Moringa 8 %) con 7,2 raíces y los tratamientos (Aloe 8 % + Moringa 6 %) y (Aloe 8 % + Moringa 8 %), de similar comportamiento.

Respecto a la variable longitud de las raíces, se observa para todos los tratamientos diferencias significativas con respecto al testigo, las mejores respuestas se observan para los tratamientos (Aloe 6% + Moringa 6 %) y (Aloe 6 % +Moringa 8%) con valores de 12.65 y 12.54 cm, seguido de los tratamientos (Aloe 8 % + Moringa 6 %) y (Aloe 8 % + Moringa 8 %) con valores de 9,64 y 9,50 cm.

Coincidimos con Villafranca (2022) quien afirma que trabajando con extracto de Aloe + Moringa en la adaptación de vitro plantas de plátano clon FIAH 04 los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al testigo en casi todas las variables estudiadas, lo cual evidencia el efecto positivo del bioestimulante sobre las vitro plantas de plátano durante la fase de aclimatación. El mejor comportamiento para el sistema radical se obtuvo con los tratamientos extracto de Aloe Vera al 6 % + extracto de Moringa oleífera al 6 % y el tratamiento extracto de Aloe Vera al 8% + extracto de Moringa oleífera al 8 %.

Rodríguez y otros (2019) alude que, al evaluar la longitud de la raíz en experimento de semilleros de tabaco tradicionales, obtuvo que en los dos tratamientos este indicador fue superior a 4 cm en los tres momentos, sin diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Jó-García y otros, (2020) encontraron, en la variable longitud de las raíces, diferencias significativas, al aplicar diferentes tratamientos con *Aloe vera* Mill en plántulas de plátano, siendo los mejores tratamientos las aplicaciones foliares con el 4 y 6 % de Aloe con (12,5 y 12,6 cm) que no difiere de las aplicaciones foliares al 2 % y al sustrato con el 6 % de Aloe vera con (9,5 y 9,6 cm), siendo el peor comportamiento el del testigo sin A. vera (5,3 cm).

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al testigo en los parámetros altura, número de hojas, diámetro del pseudotallo, número de raíces, largo de las raíces, lo cual evidencia que los bioestimulantes ejercieron sus efectos sobre las vitro plantas de plátano durante la fase de aclimatación.

El mejor comportamiento se obtuvo con los tratamientos extracto de Aloe Vera al 6 % + extracto de Moringa oleífera al 6 % y el tratamiento extracto de Aloe Vera al 8% + extracto de Moringa oleífera al 8 % para las características morfológicas estudiadas.

REFERENCIAS

Álvarez Morales EL, León Córdova SA, Sánchez Bravo ML, Cusme Macías BL. (2020) Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of Business and Antre prenural Studies*. 4(2):86–97. Recuperado de <https://10.37956/jbes.v4i2.78>

- Boukhari ME-M, Barakate M, Bouhia Y, Lyamlouli K (2020) Trends in Seaweed Extract Based Biostimulants: Manufacturing Process and Beneficial Effect on Soil-Plant Systems. *Plants* 9(359): 1-23. Recuperado de <https://10.3390/plants9030359>
- Del Ángel, A. E. (2017) Acción biomédica y potencial económico de la sábila *Aloe vera barbadensis* M Tesis repositorio (Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo), UAA "Antonio Navarro".
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. FAOSTAT: The Statistics Division of Food and Agriculture. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 18 de feb. de 2021]. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/en/>
- Jó-García, M., Hernández, R. y Estévez, M. (2020). Extracto de Aloe vera L. en la adaptación de vitroplantas de plátano. *Avances* 22(1), 110122. Recuperado de: <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/513/1598>
- López, E., A. Calero, Y. Gómez, Z., Gil, D., Henderson y J. Jiménez. (2017). Efecto agronómico del biosólido en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*): control biológico de *Rhizoctonia solani*. *Cultivos Tropicales* 38(1): 13–23.
- Meade, A. y Lela, O. (2014) Usos de la Moringa en la agricultura. ColMoringa el súper alimento. Recuperado de: <https://www.colmoringa.com/articulos/usos-de-la-moringa-en-la-agricultura>
- MINAGRI (2018) Instructivo Técnico de Plátanos y Banana Fase Iv Aclimatización Plátanos y viandas Dirección Agricultura
- Oviedo, H. I., Cepero, M. C. G., Vázquez, M. N., Proenza, R., & Bello, I. Á. (2012) Efectos de la aplicación de un análogo espiroestanoide de brasinoesteroides en vitroplantas de banano (*Musa* spp.) durante la fase de aclimatización. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Miriam_Nunez/publication/262783974_Efectos_de_la_aplicacion_de_un_analogo_espirostanico_de_brasinoesteroides_en_vitroplantas_de_banano_Musa_spp_durante_la_fase_de_aclimatizacion/links/546a65f50cf2397f78301878.pdf
- Pérez-Gómez, L., Capote-Betancourt, I., Nápoles-Borrero, L., Pina-Morgado, D., Linares-Rivero, C., Rivas-Paneca, M., Pérez-Martínez, A. T. (2019). Efecto del extracto acuoso foliar de moringa en la fase inicial de aclimatización de piña. *Cultivos Tropicales* 40(1).
- Rodríguez, L. M., G. G. Gómez Y M. C. J. Arteaga (2019) Evaluación de productos bioactivos en semilleros en bandejas en el cultivo del pimiento (*Capsicum annum*, l)(Original). Redel. *Revista Granmense de Desarrollo Local* 3(2), 220-230.
- Vargas-Hernández M, Macías-Bobadilla I, Guevara-González RG, Romero-Gómez SJ, Rico- García E, Ocampo-Velázquez R, Álvarez-Aquieta LL, Torres-Pacheco I (2017) Plant hormesis management with biostimulants of biotic origin in agriculture. *Frontiers in Plant Science* 8(1762): 1-11. Recuperado de <https://10.3389/fpls.2017.01762>

Valera, J y Cruz, A. (2013) El plátano fruta, sus propiedades nutritivas y beneficios para la salud. (en línea).Recuperado de <https://www.caribbeannewsdigital.com/noticia/el-platano-fruta-sus-propiedades-nutritivas-y-beneficios-para-la-salud>

Villafranca B P A. (2022) Bioestimulante natural para la adaptación de vitro plantas de plátano (musa sp) FIAH-04, en fase de aclimatación Tesis *Maestría en Agroecología y Agricultura Sostenible Facultad de Ciencias Forestales y Agronómica. Departamento Ciencias Agropecuarias.*

ANTECEDENTES DE LA APLICACIÓN DE LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN GUANTÁNAMO

BACKGROUND ON THE APPLICATION OF CONSERVATION AGRICULTURE IN GUANTÁNAMO

Luis M. Herrera Sardiñas, inv-iagric@gtm.minag.gob.cu

Marianela Cintra Arencibia, director@suelos.gtm.minag.cu

José A. Martínez Cañizares, jose.martinez@iagric.minag.gob.cu

Thomas Carbonell Mestre, esp-iagric@gtm.minag.gob.cu

Licet Castro Caraballo, iagric@gtm.minag.gob.cu

RESUMEN

En el proyecto “Experimentación del equipamiento en unidades productivas para la implementación a pequeña escala de la Agricultura de Conservación en Cuba”, se elaboró un procedimiento metodológico de diagnóstico para la implementación de la Agricultura de Conservación (AC), que permitió aplicar una encuesta a la coordinadora del proyecto internacional TCP/CUB/3002 “Medidas de mejoramiento y conservación de suelos y agua para mitigar el riesgo de vulnerabilidad alimentaria de la cuenca hidrográfica Guantánamo-Guaso”, desarrollado por la FAO (2006-2009) en tres municipios de la provincia Guantánamo. El objetivo fue valorar la apropiación y aplicación de la AC por productores de este territorio y los principales aprendizajes alcanzados con la introducción de esta nueva tecnología para la producción de alimentos esenciales para la vida humana, con la premisa de garantizar una producción sostenible y contribuir al mejoramiento y conservación de los suelos y el medio ambiente. El problema fundamental detectado fue la resistencia de los productores al cambio de tecnología, además de las dificultades materiales presentadas con las semillas de los cultivos de cobertura y especialmente, los herbicidas para el control de las malezas problema. En resumen, no hubo sostenimiento de la AC en Guantánamo, tanto por los productores, como por las instituciones del sistema de la agricultura, al no constituir esta tecnología una política a seguir por ningún programa del Ministerio de la Agricultura.

PALABRAS CLAVES: procedimiento metodológico, diagnóstico, tecnología, agricultura de conservación.

ABSTRACT

In the project "Experimentation of equipment in productive units for the small-scale implementation of Conservation Agriculture in Cuba", a diagnostic methodological procedure was developed for the implementation of Conservation Agriculture (CA), which allowed applying a survey to the coordinator of the international project TCP/CUB/3002 "Soil and water improvement and conservation measures to mitigate the risk of food vulnerability in the Guantánamo-Guaso watershed", developed by FAO (2006-2009) in three municipalities of the Guantánamo province. The objective was to assess the appropriation and application of CA by producers in this territory and the main lessons learned with the introduction of this new technology for the production of essential foods for human life, with the premise of guaranteeing sustainable production and contributing

to the improvement and conservation of soils and the environment. The fundamental problem detected was the resistance of producers to the change of technology, in addition to the material difficulties presented with the seeds of cover crops and, especially, herbicides for the control of problem weeds. In summary, there was no support for CA in Guantánamo, both by the producers and by the institutions of the agricultural system, since this technology was not a policy to be followed by any program of the Ministry of Agriculture.

KEY WORDS: Procedure methodological, diagnosis, technology, conservation agriculture.

INTRODUCCIÓN

Según FAO (2011) un 33% de los suelos en el mundo están moderada o altamente degradados, debido a prácticas que reducen su capacidad para almacenar carbono, nutrientes y agua. Los suelos constituyen la base para la producción de alimentos y muchos servicios esenciales, por lo que su gestión sostenible contribuye a aumentar la producción de alimentos, incrementar su contenido nutricional y lograr una mejor adaptación al cambio climático y su mitigación (FAO, 2017a).

La Agricultura de Conservación (AC) es un sistema de cultivo que previene la pérdida de tierras cultivables y a la vez regenera tierras ya degradadas. Para mitigar la degradación de los suelos se buscan alternativas de aplicación de AC, tanto en la agricultura extensiva como de subsistencia (Silici y otros, 2011); el sistema de AC, se fundamenta en tres principios básicos: mínima movilización del suelo, cobertura vegetal del suelo permanente y rotación/diversificación de cultivos.

En Cuba se manifiestan procesos graves de degradación de los suelos agrícolas, por lo que el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) desarrolló un proyecto de investigación relacionado con el impacto que produce la labranza tradicional (LT), comparada con la labranza conservacionista (LC), obteniendo resultados satisfactorios con la aplicación y extensión de LC (Martínez y otros, 2022), constituyendo el inicio para otras investigaciones que favorezcan la conservación de los suelos.

A partir de estos resultados, se elaboró el proyecto de investigación “Experimentación del equipamiento en unidades productivas para la implementación a pequeña escala de la Agricultura de Conservación en Cuba”, sistema de producción agrícola sostenible que comprende prácticas agronómicas adaptadas a las exigencias del cultivo y a las condiciones locales de cada región, con técnicas de cultivo y manejo de suelo que lo protegen de la degradación, mejoran su calidad y biodiversidad y contribuyen a la preservación de los recursos naturales, agua y aire, sin detrimento de la producción de cosechas económicas y sostenibles. Para un diagnóstico de la AC en Cuba, se elaboró el “Procedimiento metodológico del diagnóstico para la implementación de la agricultura de conservación”, aplicado en la provincia de Guantánamo, dada la experiencia con el proyecto FAO TCP/CUB/3002, desarrollado en el periodo 2006-2009.

El objetivo de este trabajo es valorar la apropiación y aplicación por productores de la AC en la provincia Guantánamo y los principales aprendizajes alcanzados con la introducción de esta nueva tecnología para la producción de alimentos, esenciales para la vida humana, con la premisa de garantizar una producción sostenible y contribuir a la conservación de los suelos y el medio ambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco del proyecto “Experimentación del equipamiento en unidades productivas para la implementación a pequeña escala de la Agricultura de Conservación (AC) en Cuba”, se elaboró el Resultado de Investigación “Procedimiento metodológico del diagnóstico para la implementación de la agricultura de conservación”(Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, 2019), el cual sirvió de guía para aplicar una encuesta a la coordinadora del proyecto internacional TCP/CUB/3002 “Medidas de mejoramiento y conservación de suelos y agua para mitigar el riesgo de vulnerabilidad alimentaria de la cuenca hidrográfica Guantánamo-Guaso”, desarrollado por la FAO (2006-2009) en tres municipios de la provincia Guantánamo, el cual constituye una de las investigaciones más completas desarrolladas sobre este tema en Cuba, por lo que sirve de guía para encauzar posteriores trabajos de generalización con esta tecnología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Implementación de la AC en Guantánamo

Agricultura de Conservación es la forma de hacer agricultura, ganadería y forestería con base en el manejo integrado del suelo, el agua y los recursos naturales de forma económica, social y ecológicamente sostenible.

La labranza cero es un sistema agronómico de AC para cultivos anuales y se define como una forma de producción donde la labranza no daña el suelo; AC es vivir y producir en armonía con la naturaleza y se identifica por tres principios básicos: mínima movilización del suelo o Labranza Cero o Siembra Directa (SD); cobertura vegetal del suelo permanente (30% y más), rotación de cultivos, diversificación y estrategia de fertilización; la rotación debe planificarse al menos para dos años.

La AC presenta ventajas y desventajas; dentro de las ventajas están: reduce el consumo de combustible, con repercusión favorable en los costos de producción y una menor contaminación del medio ambiente por emisión de gases contaminantes; incrementa la materia orgánica en el suelo, mejora su estructura, la capacidad de retención de agua y la velocidad de infiltración, aumenta la mesofauna del suelo, disminuye la compactación de la capa arable y el sistema de riego instalado incrementa las posibilidades de obtener más de dos cosechas de cultivos comerciales en el año.

Dentro de las desventajas están: comparada con la labranza tradicional hace un mayor uso de herbicidas, principalmente los selectivos, al menos durante los primeros cinco años; la resistencia al cambio por parte de los productores, frente a años de tradición de labrar el suelo para la siembra, así como la necesidad de planificación a largo plazo.

La capacitación fue una tarea priorizada del proyecto, por la necesidad del cambio de mentalidad de productores y decisores. Se impartieron conferencias sobre los conceptos de AC a agricultores y directivos, así como talleres y demostraciones de campo donde se mostraron cada una de las máquinas aportadas por el proyecto, verificando sus principios de trabajo y valorando la efectividad en la operación que desarrollan. Directivos del proyecto realizaron una gira por Brasil para conocer las experiencias sobre esta tecnología.

En 2016, con el objetivo de ampliar los conocimientos sobre la práctica de la AC en Cuba y estimular el debate sobre los beneficios potenciales que representa para los sistemas

agrícolas y la soberanía alimentaria, se organizó un Taller Internacional, auspiciado por la FAO y el Ministerio de la Agricultura de Cuba, con la participación de expertos nacionales e internacionales sobre Agricultura de Conservación para el Desarrollo Sostenible. Se elaboró una “hoja de ruta” para el desarrollo y la adopción de la AC en Cuba, así como el levantamiento de las prioridades y demandas para tal fin (FAO, 2017b).

Entre los años 2006 y 2009 el proyecto auspiciado por la FAO en la provincia Guantánamo se desarrolló favorablemente en tres áreas, con un total de 39 ha puestas en producción con diferentes cultivos, ubicadas en los municipios de Guantánamo, con dos sitios principales: Finca Provincial de Semillas y Cooperativa de Créditos y Servicios “Enrique Campos Caballero”; Niceto Pérez (Empresa de Cultivos Varios, área estatal) y El Salvador (Chapala), cumpliéndose los objetivos previstos, con resultados satisfactorios en cuanto a los rendimientos de los cultivos y el mejoramiento de los suelos. Se sembraron, como cultivos de cobertura, sorgo bicolor, mucuna negra y mucuna blanca y los cultivos comerciales de maíz, frijol, plátano y calabaza. Después de finalizado el proyecto, los productores descartaron la aplicación integral de esta tecnología y solo algunos en la actualidad la usan parcialmente. Recientemente, el proyecto OP-15 propició la aplicación de la AC en dos ha de un productor de avanzada del municipio Guantánamo; pero por dificultades con los herbicidas selectivos el área se encuentra sin cultivar (en barbecho). Este proyecto también introdujo maquinaria especializada para la AC.

Equipamiento introducido por el proyecto FAO para la aplicación de la AC

El equipamiento utilizado en el proyecto FAO fue adquirido en Brasil; la mayor parte de las máquinas emplean como fuente motriz la tracción animal (sembradora-fertilizadora de granos de una y dos líneas Fitarelli; sembradora-fertilizadora de granos de una línea KNAPIK, asperjadora de 80 L de capacidad marca Triton y rolo-cuchilla para macerar la cobertura vegetal y en menor medida la tracción mecanizada en las máquinas sembradora-fertilizadora de granos Vence Tudo de cuatro líneas y sembradora-fertilizadora de granos de dos líneas Fitarelli y con energía humana una sembradora-fertilizadora de granos (matraca). Toda esta maquinaria fue evaluada por especialistas del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), con seguimiento durante todo el Proyecto.

En estos momentos el equipamiento adquirido por el proyecto se mantiene parcialmente activo, con problemas irreversibles en los accesorios plásticos (mangueras, tolvas, principalmente las de fertilizantes), así como las boquillas de las asperjadoras.

La maquinaria para AC es muy específica y las sembradoras de granos, propias de la agricultura convencional, solo se podrían adaptar en talleres especializados. La construcción de nuevas máquinas sería a partir de las heredadas del Proyecto FAO, elaborando los proyectos correspondientes y su construcción en fábricas como la “26 de Julio” de Holguín; en el caso del rolo-cuchilla, máquina no compleja, es factible su fabricación con un mínimo de recursos materiales y personal calificado. En Guantánamo, la Empresa de Logística Agropecuaria (T-25) posee capacidades de taller para construir el rolo-cuchilla y garantizar las reparaciones de las máquinas existentes de AC, no así su construcción.

Inicialmente, cuando aún la maquinaria del Proyecto estaba por arribar a Cuba, el cultivo de cobertura se sembró con máquinas tradicionales, previa labranza tradicional del suelo. Posteriormente todas las siembras de granos se realizaron con máquinas de SD, garantizando la densidad de plantas·ha⁻¹ establecidas para cada cultivo, la distancia adecuada entre hileras y entre plantas, así como la posibilidad de aplicar, de forma simultánea, el fertilizante que demanda el cultivo.

Las sembradoras-fertilizadoras introducidas poseen tres sistemas de discos, uno delantero que corta la cobertura vegetal y dos parejas de discos convergentes que abren pequeños surcos paralelos a 4-5 cm de profundidad donde depositan las semillas y el fertilizante, cubriéndolos a continuación con dos ruedas traseras tapadoras-compactadoras.

Diagnóstico de suelos y la vegetación natural; acciones realizadas en los sitios identificados; labranza, mejoramiento y control de malezas

En los diferentes sitios de intervención se realizó el diagnóstico de suelos: tipo de suelos, relieve, presencia de sales solubles, compactación, fertilidad, contenido de materia orgánica (MO) y macrofauna y de la vegetación natural, determinándose los tipos de malezas existentes, predominancia y aquellas que son difíciles de controlar (malezas problema).

A partir del diagnóstico de suelos y antes de iniciar la AC, se corrigieron los problemas existentes en el suelo, tales como: compactación, utilizando el multirado M-160 con cincel como subsolador (para fracturar la capa compactada); baja fertilidad, aplicando materia orgánica para mejorar la fertilidad y la estructura; nivelación del terreno para el trabajo óptimo de las máquinas sembradoras y posibilitar que las sales se muevan uniformemente hacia lo profundo del suelo (por efecto de las lluvias que infiltren o el exceso de riego), utilizando un rail de línea; aplicación de herbicidas para controlar las malezas problema; labranza del suelo (rotura con arado de discos y mullido con grada de discos) y siembra de algún cultivo de cobertura adaptado a las condiciones de suelo y clima y pueda manejarse eficientemente como cobertura del suelo (mucuna negra, mucuna blanca y sorgo), utilizando máquinas sembradoras de la agricultura convencional; en todos los casos la fuente energética utilizada fue un tractor de 14 kN.

Los tipos de suelo en los tres sitios de intervención con AC, según el Instituto de Suelos (1975) fueron: Guantánamo: suelo Aluvial poco diferenciado, que correlaciona con Fluvisol, según Hernández y otros (1999), situado en topografía llana, desarrollado sobre materiales aluviales de origen carbonatado y problemas variados de salinidad; El Salvador (Chapala) y Niceto Pérez: suelos Pardos con carbonatos o Pardo sialítico, desarrollado sobre caliza suave, carbonatado, medianamente profundo y humificado, mediana erosión, textura arcillosa, 65 cm de profundidad efectiva, topografía ondulada y ligera pendiente

En la mayoría de los sitios se realizaron determinaciones físicas, químicas y biológicas que permitieron caracterizar los suelos, precisándolos problemas existentes para su posterior corrección. Se practicaron estudios de campo de densidad aparente y humedad del suelo y análisis de laboratorio sobre el contenido de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables, sales solubles totales y, mediante la evaluación visual (Shepherd y otros, 2006), se describió la presencia de lombrices y macrofauna del suelo.

Recientemente, en áreas dedicadas a AC (proyecto OP-15, Guantánamo), se realizaron estudios de meso y microfauna del suelo, en colaboración con el Instituto de Ecología y Sistemática.

Con el diagnóstico de la vegetación natural se determinaron las “malezas problema”, o sea, aquellas que por su cantidad, forma de propagación, resistencia a los herbicidas o control mecánico, son difíciles de manejar. Para la aplicación de los herbicidas se utilizó una asperjadora (Tritón) de 80 L de capacidad, utilizando la tracción animal, con una productividad de $1,2 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$, la cual se considera alta para esta fuente energética; para esta tarea también se utilizaron mochilas. Dados los serios problemas con los herbicidas, normalmente no se utilizaron los más convenientes (selectivos), así como tampoco en el momento apropiado; los herbicidas más utilizados fueron: Leopard, Finalé y Glyphosato, con las dosis recomendadas para los cultivos sembrados (Hernández y otros, 2008).

Cultivos sembrados, rotaciones establecidas y rendimientos

Los cultivos de cobertura utilizados en el proyecto fueron la mucuna negra y blanca, sorgo y maíz con calabaza. Por las características tan agresivas del clima, los cultivos de cobertura, una vez tratados con el rolo-cuchilla para realizar la siembra del cultivo comercial, se descomponen con mucha rapidez, por lo que su elección debe ser bien estudiada, en función de garantizar la cobertura que requiere la AC.

Los principales cultivos comerciales sembrados con Siembra Directa fueron: frijol, maíz, plátano, calabaza y sorgo, este último como alimento animal. Los rendimientos del frijol y el maíz estuvieron cerca de la media provincial con agricultura convencional; el frijol, en seco, alcanzó rendimientos aceptables de $0,85 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, algo superior a la media de la provincia en ese periodo ($0,75 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), lo cual estuvo determinado por la mayor cantidad de plantas $\cdot\text{ha}^{-1}$ que se logra con las máquinas de SD, dada la menor distancia entre hileras y entre plantas, aseguradas por la eficiencia de las sembradoras. En el caso del plátano, los rendimientos fueron superiores a la media, influenciado por una humedad permanente adecuada del suelo, favorecida por la cobertura vegetal.

La rotación de cultivos se planificó para dos años, proyectando posibles variantes por fallas en el suministro de las semillas, tanto de los cultivos de cobertura como los comerciales. En Guantánamo, el problema fundamental es que no existen semillas de los cultivos de cobertura para su comercialización. Para atenuar este problema, es necesario crear un banco de semillas de plantas para cobertura, que satisfaga las necesidades de los productores, lo cual debe ser una tarea de la Unidad Empresarial de Base (Semillas) de Guantánamo.

Las principales rotaciones de cultivos utilizadas fueron:

1. Mucuna negra – frijol – maíz – sorgo – frijol – maíz con calabaza
2. Mucuna blanca – frijol – maíz – mucuna blanca – frijol – maíz
3. Sorgo - frijol – maíz – mucuna negra – garbanzo – maíz
4. Plátano – mucuna negra

Resultados de la aplicación de la AC

En la práctica no se realizó una evaluación económica de los resultados del proyecto, aunque se valoró el gasto energético correspondiente a las máquinas para SD de granos, comparada con los gastos energéticos producidos con los sistemas de labranza tradicional y mínima. Se comprobó que la SD solo consume un 17 y 36% del combustible gastado en la labranza (rotura y mullido) en los sistemas tradicional y mínimo, respectivamente, sin tener en cuenta, los gastos de combustible que se producen en las labores de cultivo y protección fitosanitaria, los cuales se elevan con la labranza tradicional y mínima, ya que utilizan preferentemente la tracción mecanizada.

Los beneficios económicos con el establecimiento de la AC, según la literatura especializada, se observan a partir de los cinco años; es precisamente en este periodo donde es más elevado el uso de herbicidas, aún más que con la agricultura convencional; además, hay que agregar el costo de las semillas de los cultivos de cobertura, las cuales son limitadas y por tanto son más caras; también están los costos de siembra de estos cultivos y su manejo, prácticas que no tienen lugar en la agricultura convencional y de las cuales los productores no comprenden el beneficio, a largo plazo, que proporcionan.

También, entre los costos iniciales de la AC está la maquinaria, la cual es específica para este tipo de agricultura y para lo cual no se puede adaptar con facilidad la maquinaria tradicional existente.

A partir de los cinco (5) años de aplicación sistemática de la AC, se reduce al mínimo el uso de herbicidas, se logra el mejoramiento del suelo, relacionado con sus condiciones físicas, químicas y biológicas, a lo cual se añade un consumo mínimo de combustible, repercutiendo favorablemente en los rendimientos de los cultivos y los costos de producción.

En los suelos de los sitios investigados con el proyecto, al cabo de tres años de practicar la AC, se obtuvieron resultados químicos, físicos y biológicos positivos. Desde el punto de vista químico se elevaron los tenores de fósforo, potasio y materia orgánica, este último fundamental para mejorar los parámetros físicos de la estructura y su estabilidad, y con ello disminuir la densidad aparente e incrementar la capacidad de retención de agua del suelo y la infiltración. Desde el punto de vista biológico, se incrementaron los macroorganismos del suelo (lombrices y macrofauna), lo cual se determinó por observación visual durante todo el desarrollo del Proyecto (Shepherd y otros, 2006). Además, se redujo el consumo de combustible a $15 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ en la siembra de los cultivos de granos, comparado con la tecnología tradicional que consume $90 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ solo en la labranza, disminuyendo con ello la emisión de Dióxido de Carbono (CO_2) a la atmósfera.

También la AC restringe, por la no-labranza, la liberación a la atmósfera del carbono (C) retenido en el suelo, el cual presenta concentraciones dos veces superiores a las presentes en el aire (Agencia europea de medio ambiente, 2015).

El problema fundamental para la ejecución de la AC es la resistencia al cambio que presenta el productor, lo cual es lógico, ya que este sistema rompe los esquemas aprendidos durante muchos años y transmitida de generación en generación. Lo segundo son las dificultades materiales que se presentan (principalmente con las semillas de los cultivos de cobertura, los herbicidas y la maquinaria especializada para la siembra y fertilización). Otro aspecto importante es la disciplina tecnológica necesaria para

desarrollar la AC, lo cual resulta de difícil cumplimiento por el productor cubano, poco habituado a la puntualidad; también está la necesidad de tener asegurada la logística para cumplir a tiempo la rotación proyectada.

Evidentemente no hubo sostenimiento de la AC en Guantánamo y por tanto, la práctica de la AC subsistió mientras duró el Proyecto. Por su carácter internacional aportó maquinaria, otros insumos y presupuesto para capacitación, lo cual generó un consenso general en la pirámide organizacional del gobierno y el Ministerio de la Agricultura de la provincia, garantizando su buen desarrollo. Una vez concluido el Proyecto, como no hubo receptividad en los beneficiados, el mismo finalizó sin una continuidad lógica.

La AC se reinició en el territorio a través de otro proyecto internacional (OP-15) y se encuentran en explotación con el sistema de SD dos ha de tierras, aunque existen dificultades con los herbicidas selectivos, similares a las apreciadas durante el desarrollo del proyecto FAO.

Una vez finalizado el Proyecto de la FAO, no se logró extender la AC a nuevas áreas, e incluso, en aquellas ya establecidas, solo se practica de forma parcial y esporádica, acorde a las necesidades del productor.

CONCLUSIONES

El proyecto FAO aportó conocimientos teóricos y prácticos sobre Agricultura de Conservación, maquinaria especializada, otros insumos y presupuesto para capacitación de productores y dirigentes a diferentes niveles, pero no hubo receptividad sobre los beneficios de la nueva tecnología, la que prácticamente desapareció una vez concluido el proyecto.

El problema fundamental para la ejecución de la Agricultura de Conservación en Guantánamo fue la resistencia de los productores al cambio de tecnología, además de las dificultades materiales presentadas con las semillas de los cultivos de cobertura y especialmente los herbicidas.

No hubo sostenimiento de la AC en Guantánamo, tanto por los productores que no se apropiaron de la tecnología, como de las instituciones del sistema de la agricultura que no buscaron las vías para su sostenimiento, al no constituir esta tecnología una política a seguir por ningún programa del Ministerio de la Agricultura.

REFERENCIAS

- Agencia Europea de Medio Ambiente (2015). El suelo y el cambio climático, 2015.
Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu>
- FAO (2011). El estado de los recursos de tierra y agua del mundo para la alimentación y la agricultura. Como gestionar los sistemas en peligro. FAO, Roma y Earthscan, Londres, p. 121.
- FAO (2017a). Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia, p.16.

- FAO (2017b). Producir + con – insumos. Memorias de la Consulta de Expertos Internacionales sobre Agricultura de Conservación para el Desarrollo Sostenible, La Habana, Cuba, p.190.
- Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (2019). Procedimiento metodológico del diagnóstico para la implementación de la agricultura de conservación, Resultado de investigación, La Habana, Cuba, p.7.
- Instituto de Suelos (1975). 2ª Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Serie Suelos, 23: 1 - 25.
- Martínez, J. A., Rodríguez, A., Wong, M., Cano, O. (2022). Análisis inicial para la implementación de la agricultura de conservación en tres sitios del país. *Revista Ingeniería Agrícola* 12 (3) pp. 68-76.
- Shepherd, G., Stagnari, F., Pisante, M., Benites, J. (2006): Evaluación visual del suelo. Cultivos anuales. Guía de campo. La Habana, Cuba, 16 pp.
- Silici, L., Ndabe, P., Friedrich, T. y Kassam, A. (2011). Harnessing sustainability, resilience and productivity through conservation agriculture: the case of likoti in Lesotho. *International Journal of Agricultural Sustainability* 9(1): 1-8

APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DEL PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS*, L.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA

APPLICATION OF BIOSTIMULANTS TO CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS*, L.) UNDER ORGANOPONIC CONDITIONS

Dayami Laguna Avila, dayami@ult.edu.cu

Gladia González Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

Carlos Pupo Feria, cpupo@ult.edu.cu

Camilo García Carbajal, camilogc@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el organopónico "19 de abril" del municipio de Las Tunas, entre los meses de agosto y octubre de 2022 con el objetivo de evaluar el efecto de tres bioestimulantes en variables morfológicas y de rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L.), cultivar INIVIT 2007. Se empleó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, los mismos fueron: T1 (Control sin aplicación), T2 (Lixiviado de humus de lombriz), T3 (FitoMas E) y T4 (Microorganismo Eficiente). Para ello se realizó una evaluación de las siguientes variables: Longitud del tallo, diámetro del tallo, número de hojas totales, número de flores total, número de flores femeninas y masculinas, número de guías, número de frutos por planta, longitud del fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto, masa media del fruto y rendimiento agrícola. Los datos obtenidos se procesaron fueron sometidos al análisis de varianza y las medias se compararon a través del test de Duncan para el 0,05% de significación con el empleo del paquete estadístico InfoStat. Se realizó además una valoración económica por el método comparativo. De manera general, los tratamientos donde se emplearon los bioestimulantes presentaron un mejor comportamiento en las variables morfológicas del cultivo del pepino respecto al Control sin aplicar, sin que destacar uno en particular. Con la aplicación de FitoMas E a dosis de 100 ml L⁻¹ se obtuvieron las mayores masas promedio de los frutos y los mayores rendimientos, así como las mayores ganancias y los menores costos por pesos, seguidos con el empleo del Lixiviado de humus de lombriz.

PALABRAS CLAVES: Bioestimulantes, Microorganismos Eficientes, Lixiviado de humus de lombriz, pepino.

ABSTRACT

The research was carried out in the organoponic nursery "19 de abril" in the municipality of Las Tunas, between August and October 2022, with the objective of evaluating the effect of three biostimulants on morphological and yield variables of cucumber (*Cucumis sativus*, L.), cultivar INIVIT 2007. A completely randomized design with four treatments was used: T1 (control without application), T2 (earthworm humus leachate), T3 (FitoMas E) and T4 (Efficient Microorganism). The following variables were evaluated: stem length, stem diameter, number of total leaves, total number of flowers, number of female and male flowers, number of guides, number of fruits per plant, fruit length, polar and equatorial diameter of the fruit, average fruit mass and agricultural yield. The data obtained were processed and subjected to analysis of variance and the means were

compared using Duncan's test for 0.05% significance with the statistical package InfoStat. An economic evaluation was also carried out using the comparative method. In general, the treatments in which biostimulants were used showed a better performance in the morphological variables of the cucumber crop compared to the control without application, with no one in particular standing out. With the application of FitoMas E at a dose of 100 ml L⁻¹, the highest average fruit masses and the highest yields were obtained.

KEY WORDS: Biostimulants, Efficient Microorganisms, Earthworm humus leachate, cucumber.

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus*, L.) es considerado una planta de gran importancia económica, por su elevado índice de consumo y valor nutricional, tanto frescos como industrializados. El mismo se encuentra distribuido en muchas regiones del mundo Morejón, (2022). China es el mayor productor, seguido de India y EE. UU; FAO, (2020). En Cuba se siembra en todas las provincias a pequeña escala y en asociaciones con otras hortalizas. Los rendimientos en organopónicos suelen estar entre 0,8 y 1,7 kg m² según Palma y otros, (2017). Es la cuarta hortaliza más cultivada después del tomate, cebolla y pimiento.

Los bioestimulantes se aplican para estimular el crecimiento y rendimiento de los cultivos, González y otros (2018). Sus funciones es propiciar la nutrición, tolerancia al estrés ambiental y la calidad de los productos Bueso, (2019). En este sentido, el empleo de los microorganismos eficientes, Lixiviado de humus de lombriz y Fitomas E cobran vital importancia, pues pueden contribuir a la sustitución de los fertilizantes químicos y permiten reciclar los residuos orgánicos. Varias investigaciones vinculadas a la producción de alimentos, avalan el efecto positivo de los bioestimulantes, con una disminución significativa del empleo de los fertilizantes minerales (Proa y otros (2018) y Laguna y otros 2019). Por estas razones pueden constituir una alternativa sostenible para el desarrollo de las hortalizas (Isidró, 2017).

A pesar de la alta aceptación de este cultivo por parte de la población en Cuba, en particular en Las Tunas y del esfuerzo constante de los productores por incrementar sus producciones los rendimientos son insuficientes. De ahí se elaboró el objetivo general: Evaluar el efecto de bioestimulantes en el comportamiento agroproductivo del pepino en el organopónico "19 de abril" del municipio Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Organopónico "19 de abril" en el municipio Las Tunas, Provincia Las Tunas, entre los meses de agosto y octubre de 2022. El cultivar empleado fue INIVIT P-2007. El experimento consistió en la aplicación de Lixiviado de humus de lombriz, FitoMas E y Microorganismos Eficientes, los que se compararon con un Control absoluto. El sustrato utilizado fue una mezcla de humus y suelo al 50 %. Las características químicas (Fósforo ppm, por el método de Machigin y el pH se midió con el potenciómetro), se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Técnicas y Agropecuarias de la Universidad de Las Tunas. La etapa de validación del efecto de los bioestimulantes sobre los caracteres morfológicos y agroproductivos del pepino se desarrolló a partir del día 13/8/2022. Para este caso en el montaje de los

experimentos se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos, de ellos, tres con la aplicación de bioestimulantes y el control sin aplicación.

Los tratamientos fueron:

T ₁ Control	Sin aplicación
T ₂ Lixiviado de humus de lombriz	100 mL L ⁻¹ H ₂ O
T ₃ FitoMas E	80 mL L ⁻¹ H ₂ O
T ₄ Microorganismos Eficientes	100 mL L ⁻¹ H ₂ O

La aplicación de los bioestimulantes se realizó de forma foliar, con una mochila Matabi de 16 L de volumen, cada 10 días después de germinada la planta. La siembra se efectuó de forma manual, con un marco de 0,85 m x 0,25 m. Para las mediciones morfológicas se tomaron 10 plantas por tratamiento. La cosecha fue manual.

Las variables morfológicas fueron evaluadas a los 25 y 40 días después de la siembra.

- Altura de la planta (cm): desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta. Para ello se utilizó un flexómetro.
- Diámetro del tallo (cm): se realizó en la base del tallo con un pie de rey.
- Número de hojas totales (u): cantidad de hojas emitidas por planta.
- Número de flores total (u): cantidad de flores totales emitidas por planta.
- Número de flores femeninas (u): cantidad de flores femeninas totales por planta.
- Número de flores masculinas (u): cantidad de flores masculinas totales por planta.
- Número de guías (u): se procedió a contar la cantidad de guías por planta.

Las variables del rendimiento y sus componentes fueron las siguientes:

- Número de frutos por planta (u): cantidad de frutos emitidos por planta.
- Longitud del fruto (cm): se midió al momento de la cosecha con una regla graduada.
- Diámetro polar del fruto (cm): en el momento de la cosecha con un pie de rey.
- Diámetro ecuatorial (cm): se midió en la cosecha con un pie de rey.
- Masa del fruto (kg): Se pesaron los frutos con una balanza comercial Sartorius de precisión 0,001 g.
- Rendimiento agrícola (kg m⁻²): con la masa obtenida de frutos por metro cuadrado, se calcularon los rendimientos finales de cada tratamiento.

Procesamiento estadístico de los datos

Los datos correspondientes a las mediciones biológicas fueron sometidos al análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon a través del test de

Duncan para el 0,05% de significación simple. Se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2021 (Di Rienzo y otros, 2020).

Valoración económica

Se realizó el análisis económico por el método comparativo. Se determinaron los costos, valor de la producción, el costo por peso y ganancia de cada tratamiento. En el CT se incluyó el valor de todos los insumos utilizados y el dinero empleado para realizar las diferentes labores fitotécnicas. Con el rendimiento agrícola y el precio de venta de pepino se obtuvo el ingreso por venta. Para este análisis se tuvo en cuenta el precio de venta del pepino 43.4 \$ kg⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados de la longitud del tallo (tabla 1) a los 25 y a los 45 días después de la siembra (DDS) se comprobó la existencia de diferencias estadísticas entre el tratamiento donde se aplicó FitoMas E y el Control sin aplicación. Los demás tratamientos presentaron resultados intermedios pero similares entre ellos y los tratamientos antes mencionados.

Tabla 1. Longitud del tallo a los 25 y 40 días DDS

TRATAMIENTOS	Altura de la planta (cm)	
	25 DDS	40 DDTS
T ₁ Control sin aplicación	63,30 b	85,80 b
T ₂ Aplicación de Lixiviado de humus de lombriz	77,50 ab	101,70 ab
T ₃ Aplicación de Fitomas E	90,20 a	118,60 a
T ₄ Aplicación de Microorganismos Eficientes	75,00 ab	105,60 ab
CV %	7,12	5,23
EE \bar{X}	0,02	0,02

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$).

Casillas (2017), plantea que el largo de planta, es considerada como una de las características fisiológicas de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de esta. Concluye que con los bioproductos se obtuvieron los mejores resultados para la variable largo de la planta, en comparación con las demás aplicaciones. Lo que coincide con esta investigación.

En el experimento con respecto al número total de flores (tabla.2), a los 25 y 40 DDS el comportamiento fue similar el T3, en ambos casos, difiere estadísticamente del resto de los tratamientos y a su vez no hay diferencias estadísticas entre T1, T2 y T3.

Tabla 2. Número de flores por plantas a los 25 y 40 DDS

TRATAMIENTOS	Número de flores (u)	
	25 DDS	40 DDTs
T ₁ Control sin aplicación	11,50 b	19,20 c
T ₂ Aplicación de Lixiviado de humus de lombriz	14,40 ab	22,30 bc
T ₃ Aplicación de Fitomas E	17,40 a	26,50 a
T ₄ Aplicación de Microorganismos Eficientes	13,20 ab	26,10 ab
CV %	12,32	10,78
EE \bar{X}	0,03	0,03

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$).

En el pepino, se logró un mayor número de flores masculinas y femeninas y se incrementaron los rendimientos en un 45,7 % con la aplicación de Fitomas-E. González y otros (2018), al aplicar diferentes dosis de QuitoMax en el cultivo del pepino variedad INIVIT, obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos con relación a las flores femeninas. Destacaron además que hay una posible influencia de la dosis, pues los valores crecen a medida que esta lo hace.

Se reporta que los días largos, altas temperaturas y sequía, llevan a la formación de flores masculinas. Esto significa que el comportamiento de la variable es multicausal y su variación no se debe solamente a la presencia de nutrientes o de sustancias reguladoras en la planta. Indica que el empleo del bioestimulante estimula la aparición de flores femeninas y masculinas entre los 35 y 45 (Infoagro, 2014).

Al examinar el número de frutos por planta a los 45 DDS (tabla 3) se observó la existencia de diferencias estadísticas entre la variante que se asperjó con FitoMas E y el Control sin aplicación mientras que los demás tratamientos bioestimulados presentaron resultados intermedios, pero sin diferir entre ellos ni con el resto de los tratamientos. Mientras que a los 48 DDS no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 3. Número de frutos por plantas a los 45 y 48 DDS

TRATAMIENTOS	Número de frutos por plantas (u)	
	45 DDS	48 DDTs
T ₁ Control sin aplicación	3,20 b	2,10
T ₂ Aplicación de Lixiviado de humus de lombriz	3,80 ab	2,50
T ₃ Aplicación de Fitomas E	5,10 a	3,10
T ₄ Aplicación de Microorganismos Eficientes	4,20 ab	2,10

CV %	10,31	9,49
EE \bar{X}	0,79	0,89

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$).

Existen factores que influyen sobre el número de frutos por planta que deben señalarse y es que la fecha de muestreo después de la siembra, el efecto del producto pudiera aun ser muy incipiente. En segundo lugar, existen factores externos que afectan la aparición de frutos, aunque existan suficientes flores femeninas para ser fecundadas y las condiciones naturales sean favorables, que son incluso potenciadas con la aplicación de bioestimulantes como el FitoMas-E según Fernández y Galindo (2021), sin embargo, otros factores como la baja población de insectos polinizadores en el área pueden incidir en el indicador.

Estas deducciones pueden estar influenciadas por el vigor de las plantas que fueron tratadas con Fitomas E y la influencia positiva que tiene el momento de aplicación del bioestimulante en la floración. Varios autores afirmaron que la aplicación de FitoMas E, en el proceso de la floración y experimentaron respuestas positivas estudiadas en otro cultivo como el tomate y el frijol. Actúa en el crecimiento del tallo, las hojas y el desarrollo de la floración y fructificación, lo que se pone de manifiesto en esta investigación.

Los rendimientos estadísticamente superiores (tabla 4) se obtuvieron con el empleo de FitoMas E. El Control fue el tratamiento que presentó los rendimientos significativamente inferiores mientras que el uso de lixiviado de humus de lombriz y la aplicación de Microorganismos Eficientes presentaron resultados intermedios sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos.

Tabla 4. Rendimiento de plantas de pepinos tratados con bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Rendimiento (kg m ⁻²)
T ₁ Control sin aplicación	5,3 c
T ₂ Aplicación de Lixiviado de humus de lombriz	7,12 b
T ₃ Aplicación de Fitomas E	11,09 a
T ₄ Aplicación de Microorganismos Eficientes	7,86 b
CV %	3,86
EE \bar{X}	0,012

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Duncan ($P < 0,05$).

Resultados inferiores a los obtenidos en la presente investigación fueron informados por Calero y otros (2019), quienes obtuvieron rendimientos entre 3 y 8,5 kg m⁻² con el empleo de diferentes dosis de lixiviado de humus de lombriz y microorganismos eficientes en las condiciones de clima y suelo de la provincia de Sancti Spiritus.

Por otro lado, el efecto de la utilización del vermicompost lixiviado (100mL^{-1}) incrementó el rendimiento del pepino en 115% comparado con el control. González y otros (2018), concluyeron al estudiar el efecto de Quitosano sobre *C. sativus* que la dosis donde se obtuvieron los mejores resultados fue de 200 mg ha^{-1} con efecto positivo en todas las variables. Estos resultados están acordes con los efectos que producen los bioestimulantes al optimizar la asimilación de macro y micronutrientes, intensificar los procesos de desarrollo y formación de frutos, ofrecer aumentos importantes en la producción, mayor resistencia a temperaturas extremas e influir positivamente en los rendimientos, porque incrementa la cosecha y mejora la calidad.

Valoración económica

Todos los tratamientos bioestimulados presentaron ganancias superiores y positivos costos por pesos (tabla 5) respecto al Control sin tratar. Las mayores ganancias y los menores costos por pesos se obtuvieron con la aplicación de FitoMas E, seguidos con el empleo del Lixiviado de humus de lombriz. El Control fue el tratamiento que presentó las menores ganancias y el mayor costo por pesos.

Tabla 5. Valoración económica de los resultados obtenidos con el empleo de diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTO	Rend. (kg m^{-2})	VP ($\$ \text{m}^{-2}$)	Cp ($\$ \text{m}^{-2}$)	C/\$ ($\$$)	Ganancias ($\$ \text{m}^{-2}$)
T ₁ Control sin aplicación	(kg m^{-2})	230.02	105.00	0.46	125.02
T ₂ Aplicación de Lixiviado de humus de lombriz	(kg m^{-2})	309.00	110.00	0.36	199.00
T ₃ Aplicación de Fitomas E	(kg m^{-2})	481.31	140.00	0.29	341.31
T ₄ Aplicación de Microorganismos Eficientes	(kg m^{-2})	341.12	132.00	0.38	209.12

Leyenda: Cp= Costo de producción, VP= Valor de la producción, C/\$= Costo por peso.

Estos resultados demuestran que con la aplicación de bioestimulantes se incrementa la productividad del cultivo y por ende los beneficios económicos. La aplicación del FitoMas E estimula los rendimientos de los cultivos, por lo que se incrementa las ganancias económicas y constituyen una alternativa sostenible en condiciones de organoponía.

Es importante resaltar que para obtener en condiciones de campo elevadas ganancias en este cultivo, sería necesario invertir grandes sumas de dinero en fertilizantes químicos y en tecnologías, lo que traería consigo el encarecimiento de los costos de producción. Por lo que es necesaria la utilización de estos bioproductos de fabricación nacional que presentan bajos costos de producción e incrementan los rendimientos de los cultivos de importancia económica.

Por lo que se debe considerar el bajo impacto que los bioestimulantes producen en el medio ambiente, y recomendar el uso de estos productos que tienen

gran valor para la agroecología y la salud del consumidor. Este aspecto, tiene mayor valor que el recurso económico en sí, por lo que se puede adoptar fácilmente por el agricultor para la producción sostenible de sus cultivos.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de FitoMas E a dosis de 100 ml L⁻¹ se obtuvieron las mayores masas promedio de los frutos y los mayores rendimientos del cultivo del pepino en condiciones de organoponía, seguidos por el empleo del Lixiviado de humus de lombriz. Las mayores ganancias y los menores costos por pesos se obtuvieron con la aplicación de FitoMas E, seguidos con el empleo del Lixiviado de humus de lombriz. El Control fue el tratamiento que presentó las menores ganancias y el mayor costo por pesos.

REFERENCIAS

- Bueso, G. (2019). Patrick du Jardin “Los bioestimulantes se definen por lo que no son”. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (309), 16-17.
- Calero, H.A., Quintero, R. E., Pérez, D. Y., González, P. Hurtado, Y., y González, L. T. N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 22(2), 1-9.
- Casillas, J., Londoño, J., Guerrero, H. y Buitrago, L. (2017). *Análisis cuantitativo de la aplicación de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rábano (Raphanus sativus L.)*.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- FAO (2020). *Producción mundial de hortalizas por países. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- Fernández, M. N; Galindo, L. (2021). Efectos del FitoMas-E en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, Lin.) bajo condiciones semiprotegidas en el municipio Las Tunas. Trabajo de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Las Tunas. Cuba.
- González, L.G., Jiménez, M.C., Castillo, D., Paz, I., Cambara, A.G. y Falcón, A. (2018). Respuesta agronómica del pepino a la aplicación de QuitoMax en condiciones de organoponía.
- Isidrón, M.P. (2017). Experiencia cubana en organopónicos, una opción para la seguridad alimentaria Nicaragua. *Revista Científica El Higo* 1(2), 11–15.
- Laguna, D., Leyva, H y Castro, N. (2019). Efecto de bioestimulantes y NPK en el cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris, subsp vulgaris* L.) en el organopónico” Vitaminas Verdes”. (Trabajo Fin de grado, Universidad de Las Tunas, Cuba).
- Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Las Tunas. Cuba.

Morejón Díaz, D.M. (2022). *Manejo ecológico de insectos chupadores en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)* (Bachelor's thesis). BABAHOYO, UTB.

Palma, D.J. Morales, M.A.; Rivera, B.; Palma, D.Y. Peña, A.J (2017). Producción de hortalizas en sistema organopónico. *Revista agroproductividad*, 10(7). México.

Proa, G., Reyes, A., Peña, E., Pupo, C., y González, G. (2018). *Respuesta agroproductiva de la habichuela (Vigna unguiculata (L) Walp.) a la aplicación simple, combinada de bioestimulantes y micorrizas en condiciones de organopónico en Cuba.* (Trabajo Fin de grado, Universidad de Las Tunas, Cuba).

CARACTERIZACIÓN TÉCNICO MEDIOAMBIENTAL EN FINCAS EN EL PROYECTO EXTENSIÓN TECNOLÓGICA PARA LA ADAPTACIÓN DEL GANADO CAPRINO EN JESÚS MENÉNDEZ

TECHNICAL ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF FARMS IN THE TECHNOLOGICAL EXTENSION PROJECT FOR THE ADAPTATION OF GOAT CATTLE IN JESÚS MENÉNDEZ

Maria Caridad González Borlet, gonzalezborlet@gmail.com

Asterio Denis Barbarú Grajales, asterio.barbaru@epoch.edu.ec

Zoraya Rodríguez Alonso, zrodrigrodriguez967@gmail.com

Lorenza Hernández Labrada, lorenzahl@ult.edu.cu

Madelaine Meriño Lara, madelaineml@ult.edu.cu

María de los Angeles Santos González, mariasg@ult.edu.cu

Narledio Castillo Pacheco, ncastillo@ult.edu.cu

Yovanny Guerra Salina, yovannygs@ult.edu.cu

RESUMEN

Durante el período Abril-septiembre de 2022, se realizó el presente estudio de los sistemas de producción caprina pertenecientes al proyecto: Extensión tecnológica para la adaptación del ganado ovino caprino al cambio climático en el municipio Jesús Menéndez. El objetivo del presente estudio es caracterizar los parámetros técnicos y ambientales de fincas dedicadas a la crianza de ganado ovino caprino, en el municipio Jesús Menéndez con vista a enfrentar el cambio climático. Fueron visitados 30 productores caprinos, privados y estatales. Se les aplicaron encuestas diseñadas, para las fincas y bases productivas incluidas en el estudio. El total de animales de los productores encuestados fue de 3750, lo que equivale al 53.3 % del municipio. El fenotipo predominante fue la raza criolla y Nubia. El peso al sacrificio fue (25-35 kg), para machos y 20-30 kg para hembras caprinos de siete meses de edad). La caracterización realizada permitió identificar una insuficiente atención hacia los campesinos vinculados a la crianza caprina, sistemas con pastoreo extensivo sobre pastos naturales y bajo uso de otras fuentes de alimentación alternativas, desconocimiento de la adaptación del ganado al cambio climático, variables ambientales, deficiencias técnico constructivas de las instalaciones, deficiente control de parásitos, escaso tratamiento de los residuales antes de usarse y una limitada orientación y formación técnica brindada por la Empresa de Ganado Menor y la Asociación nacional de agricultores pequeños y otros centros del territorio.

PALABRAS CLAVE: Cabra, diagnóstico, raza, sistema de producción animal.

ABSTRACT

During the period April-September 2022, the present study of goat production systems belonging to the project: Technological extension for the adaptation of goat sheep to climate change in the Jesús Menéndez municipality was carried out. The objective of this study is to characterize the technical and environmental parameters of farms

dedicated to raising goat sheep in the municipality of Jesús Menéndez in order to face climate change. Thirty private and state goat producers were visited. Surveys designed for the farms and production bases included in the study were applied. The total number of animals of the surveyed producers was 3750, which is equivalent to 53.3% of the municipality. The predominant phenotype was the Creole and Nubian breeds. The weight at slaughter was (25-35 kg for males and 20-30 kg for females (goats seven months old). The characterization carried out identified insufficient attention to the farmers involved in goat raising, extensive grazing systems on natural pastures and low use of other alternative food sources, lack of knowledge of the adaptation of livestock to climate change, environmental variables, technical and construction deficiencies in the facilities, poor parasite control, poor treatment of waste before use, and limited technical guidance and training provided by the Small Livestock Company and the National Association of Goat Breeders.

KEY WORDS: Goat, diagnosis, breed, animal production system.

INTRODUCCIÓN

La ganadería emplea el 30 % de la superficie del planeta, la mayor parte son pastizales, y ocupa también un 33 % de la superficie cultivable que se destina a producir forraje. La tala de bosques para producir pastos, principales causas de deforestación en Latinoamérica, donde el 70 % de los bosques han desaparecido en el Amazonas para pastizales (Eccardi y Suárez 2019).

Los efectos adversos del cambio climático sobre la ganadería, han sido parcialmente provocados de manera global por la propia actividad de producción animal (y por todas las actividades relacionadas con esta), por lo que también la ganadería debe modificar sus procesos de producción, con el objetivo de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y de residuales en general. Esto último puede conceptualizarse como parte de las acciones de mitigación del cambio climático (Tirado-von y Mukherjee 2019).

El cambio climático está transformando los ecosistemas de la tierra y amenazando el bienestar de la generación actual y las futuras. Para “mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C” y evitar cambios climáticos “peligrosos”¹, se requieren con urgencia recortes sustanciales de las emisiones mundiales. El sector ganadero mundial contribuye con una parte importante de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Acosta y otros (2017), consideran que el cambio climático es un fenómeno global que consiste en las variaciones del clima como aumento en la temperatura y cambios en el régimen de lluvias, que provoca inundaciones, sequías prolongadas, causando impactos ambientales, económicos y sociales, considerado una de las principales amenazas para la humanidad.

Según Bonet-Pérez y otros (2019), se necesitan con urgencia medidas concertadas y colectivas por parte de todos los interesados del sector ganadero para garantizar la aplicación de las estrategias de adaptación a los cambios climáticos. En el caso del caprino es una especie promisoriosa que tiene una alta demanda en la población cubana y es, además, adecuada para promover sistemas productivos de baja inversión (Peña y otros, 2019).

En Cuba la mayoría de los sistemas de alimentación de caprinos se clasifican como extensivos o de bajos insumos, los que presentan indicadores productivos bajos con respecto al potencial de la raza que se explotada, la cual se corresponde con la Nubia (Mendoza, y Hernández 2018). Que por su carne es clasificada como una de las más nutritivas y sanas por lo que debe jugar un papel cada día mayor en la nutrición de los seres humanos sobre todo de las personas con algunos padecimientos de salud (García y Tuero, 2018).

Ello facilitó identificar las principales dificultades que limitan la crianza de la especie y la posible solución de estas mediante la formulación de programas de capacitación. Por otro lado, la implementación de un sistema de investigación y transferencia de tecnología, es uno de los enfoques más eficaces para cambiar el panorama de los pequeños agricultores. Este permite proponer tecnologías en concordancia con las circunstancias, limitaciones, posibilidades e intereses de los agricultores. De aquí que sea indispensable identificar los distintos factores y las combinaciones de dichos determinantes, expresados en los diversos tipos o clases de escenarios productivos.

Campesinos ubicados en sectores estratégicos dedicados a la crianza de ganado caprino que dependen de su producción para vivir, son más vulnerables, si tenemos en cuenta que el territorio se encuentra ubicado en la zona norte oriental, donde existe presencia de calentamiento global que provoca las variaciones en la temperatura que afecta directamente a la producción ovino caprino.

Por lo que es indispensable efectuar acciones para mitigar estos efectos en el corto, mediano y largo plazo. Los cambios de clima y sus consecuencias han impactado a ganaderos, respondiendo con adaptaciones en la forma de producir y en sus estilos de vida. El proyecto realiza acciones de adaptación del ganado ovino-caprino a los efectos, percepciones y condiciones actuales del clima del territorio.

Todos coincidieron que existen cambios en el ambiente percibiéndose aumento de calor y disminución de lluvias. Reconocen como causas la tala de árboles, contaminación del suelo, aire y agua, quemas agrícolas y forestales y uso de agroquímicos y presencia de enfermedades. Que indica que ha existido disminución en la producción y pérdidas económicas por afectaciones de los pastos, disminución de la tasa reproductiva y presencia en aumento de enfermedades.

El diagnóstico permite definir medidas de adaptación al cambio climático y lograr la sostenibilidad alimentaria a largo plazo. Para lograr la adaptabilidad se implementan los pastos modificados y razas híbridas adaptables a las condiciones del territorio, pero más resistentes a los cambios de climáticos, así como silos y bloques multinutricionales, utilización de plantas medicinales, Sargazos de mar y río, prebióticos y probióticos que actúan a nivel de la microflora intestinal cambiado su pH. Y se tienen en cuenta los indicadores económicos, ambientales y sociales tradicionales.

Diagnóstico en las fincas

La información se obtuvo del proyecto Extensión tecnológica para la adaptación del ganado ovino caprino al cambio climático en el municipio Jesús Menéndez. Se realizaron 30 encuestas en fincas ganaderas, con ciclo completo.

El estudio se realizó en el período comprendido entre Abril-septiembre de 2022, y abarcó la zona norte del municipio Jesús Menéndez. Durante este período fueron visitados 30 productores caprinos, tanto privados como estatales, a los cuales se les aplicaron encuestas a nivel de finca y en sus respectivas bases productivas.

Como criterio de selección de los productores/as se tuvo en cuenta que dispusieran de, al menos, 15 reproductoras, ubicadas en la zona seleccionada en el proyecto, poseer un área mayor a 2 ha, de acuerdo con la información disponible en la Empresa de Agropecuaria y el censo actualizado del Centro Nacional de Control Pecuario (Cencop) del municipio.

Las encuestas se elaboraron según la guía-diagnóstico propuesta por Landini (2013), con la inclusión de indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales para las fincas. En la investigación se aplicó el enfoque de sistema, de acuerdo con lo propuesto por Landini (2012).

En la caracterización de la finca se consideraron aspectos de infraestructura, medioambiente, socioeconómicos, productivo, reservas de agua y calidad, suelos, capacidades tecnológicas y potencial humano respecto a la producción caprina.

En cada finca se aplicó un cuestionario de 12 componentes: (1) información general de la finca, (2) composición y manejo de la ganadería, (3) prácticas de manejo a potreros, (4) información productiva y reproductiva de la ganadería, (5) sanidad animal, (6) información ambiental, (7) información social, (8) información organizacional y relación con el medio externo, (9) ingresos de la ganadería e (10) información financiera, características del uso del suelo en la finca, (11) y eventos climáticos y prácticas ambientales (12).

Este análisis se ha llevado a cabo a partir de las variables cualitativas que aparecen en las Tablas 1. De este modo, a partir del conocimiento de cómo funcionan las fincas, cuáles son sus debilidades y sus fortalezas, en los tres niveles (económico, medioambiental y social), se pretenden decidir de forma clara qué explotaciones podrían mejorar durante el periodo de estudio y en cuáles estas podrían ser sostenibles.

En este trabajo se han establecido unos valores óptimos de referencia para cada indicador calculado de la muestra, teniendo en cuenta los valores máximos y mínimos. Tanto el establecimiento del valor óptimo como la asignación de las puntuaciones se ha llevado a cabo siguiendo la bibliografía que cita en este capítulo y la opinión de expertos. Para realizar la caracterización de las fincas se tienen en cuenta los siguientes elementos.

Medio Ambientales

- 1) Fundamentar los referentes teórico-conceptuales y metodológicos de adaptación del ganado ovino-caprino a los problemas asociados con los cambios climáticos de la zona.
- 2) Caracterizar los elementos medio ambientales que han generado cambios del entorno y su relación con la producción ovino-caprino.
- 3) Lograr el uso de la tierra por sitio y la reforestación de la cuenca hidrográfica.

- 4) Capacitados técnicos y productores a través de actividades de I+D+I en sistemas ganaderos en el municipio Jesús Menéndez.

Económicos

- 1) Caracterizar las fincas de producción de ovinos-caprinos en el conocimiento de los tres niveles, identificando retos actuales y perspectivas.
- 2) Emplear sistemas agroforestales y silvopastoriles.
- 3) Promover las prácticas agroecológicas, como la reducción de los insumos agroquímicos y el consumo del petróleo.
- 4) Garantizar la adquisición de semillas para la dieta alimentaria en periodos de seca, huracanes, ciclones.
- 5) Implementar la utilización de medicina alternativa (prebióticos y probióticos y microorganismos eficientes), en la alimentación de animales en edades tempranas.

Sociales

- 1) Favorecer las relaciones laborales entre hombres y mujeres.
- 2) Incrementar los indicadores de proteína y leche de cabra en la población.

Tabla 1. Componentes y variables utilizadas para la caracterización de las fincas

Componente	VARIABLES NUMÉRICAS	VARIABLES CATEGÓRICAS
Información general	Información general Animales por finca; carga animal. 1), área(ha): total de la finca, dedicada a la ganadería, cultivos agroforestales, cultivos perennes, cultivos transitorios, plantaciones forestales en monocultivo, pasturas mejoradas; topografía (%): plana, ondulada y quebrada; inventario de: caballería, hectárea, caprinos, cerdos, ovinos, bovinos, gallinas y pollos.	Instalaciones (establo, corral de manejo, brete, bodega); maquinaria y equipos (tractor, motosierra, guadañadora, moto bomba, cerca eléctrica, electrobomba, báscula electrónica); medianas especies (cerdos, caprinos y ovinos); pequeñas especies (gallinas y pollos).
Composición y manejo del hato Inventario y coordenadas	Inventario: cabras en producción, paridas, desarrollo, crías, suministro de: sales mineralizadas, suplementos y concentrados	Utilización de registros (si, no); utilización de: sal mineralizada (si, no); sal blanca (si, no); suplementos (si, no) y concentrados (si, no).

Información ambiental	Asegurar la disponibilidad y uso eficiente del agua como parte del enfrentamiento a la sequía, a partir de la aplicación de tecnologías para el ahorro, reforestar con postes vivos y utilizar los desechos sólidos como abono orgánico.	Bosque (si, no); fuente de suministro de agua (superficial, subterránea, acueducto); nacimientos, pozos de agua (si, no); disponibilidad de agua en verano para uso pecuario (si, no); sistema de riego (si, no); sistema de tratamiento de aguas residuales (si, no); manejo de residuos sólidos (incinera, entierra, entrega a terceros).
Adaptación al cambio climático de las fincas	Adaptar las actividades agropecuarias, en particular la crianza caprina, a los cambios en el uso de la tierra como consecuencia de la elevación del nivel del mar y la sequía.	Conocimiento medioambiental (si, no), Control de variaciones (si, no), reservorio de agua (si, no), existencia de pozo (si, no), mejoramiento de suelo (si, no), reforestación (si, no), uso de aditivos y suplementos en la masa ganadera (si, no).
Manejo de potreros	Manejo de potreros Área de pastos mejorados, ha; Área fertilizada, ha; tasa de aplicación (kg ha ⁻¹ año ⁻¹) de fertilizantes y enmiendas.	Pasturas mejoradas (sí, no); rotación de potreros (sí, no); división de potreros (sí, no); alambre de púa, cerca eléctrica, mixto); cambio de área de potreros (sí, no); método para desmalezar (manual, mecánico, químico, mixto); fertilización (sí, no); enmiendas (cal agrícola, cal dolomita, otra); renovación de potreros (sí, no).
Información productiva, salud y reproductiva	Información productiva y reproductiva Producción de leche, L x cabra -1día- nacimiento, destete; peso final de engorde, (kg); edad al destete, meses; edad final de engorde, ganancia diaria de peso (kgdía ⁻¹); mortalidad, %. Control del parasitismo: rotación de antiparasitarios, cuartón de desparasitación,	Tipo de ordeño (manual, mecánico), pesaje de animales (cinta métrica, báscula); pesaje al nacimiento (sí, no); pesaje al destete (sí, no); sistema de reproducción (monta natural libre, monta natural controlada, chequeo reproductivo sí, no); pesaje de desarrollo para el primer servicio (sí, no); separación de macho en desarrollo (sí, no); potrero de paridas (sí, no); determinación del intervalo entre partos (sí, no).

La caracterización de las fincas ganaderas se realiza en dos fases ha permitido diferenciarlas tres formas de explotación. Las explotaciones agrupadas dentro de la finca tipo 1, (presentan la Nubia mejorada con características de doble propósito alimentadas con pastos y concentrados), finca tipo 2 con sistema semi-extensivo, poseen dimensiones de tierra y son mixtas (con la explotación de ganado ovino) y la base racial es heterogénea (hay presencia tanto de razas autóctonas como foráneas), aún así, el manejo se acerca más al extensivo.

En el caso de las fincas de tipo 3 se practica un manejo tradicional, extensivo, basado en la utilización de razas criollas en el pastoreo. Experiencia que permitirá que los productores adquieran los conocimientos necesarios, aspecto que nos permite coincidir con otras experiencias similares llevadas a cabo en Latinoamérica respecto a la transferencia de conocimientos a pequeños productores posibilitaron que, junto a los componentes sociales que les permitieran tomar decisiones afines a su situación particular y lograr generar motivación, compromiso y dinamismo de parte de estos, con el fin que adopten una posición activa, y transformen sus condiciones de vida (Landini y Bianqui, 2016).

Finca tipo 1. Sistemas caprinos semiextensivos con raza Nubia doble propósito de ganado caprino.

Son rebaños de pequeño tamaño, existen 11 fincas (el 4,3 % de las fincas de este tipo, tiene más de 15 cabras). El 9,26 % son semiextensivos y el 90,7 % extensiva. Se caracterizan por 76.7 % de los criadores desconocen los métodos de adaptación del ganado caprino a los problemas asociados con los cambios climáticos existentes en la zona, 72.1 % presenta deforestación, el 96.8% ausencia de canteros de semilla el 86.2 no aplicación de alimentos alternativos y baja producción de leche.

La edad de la primera cubrición de las cabras es de 8,26 meses, la más temprana en comparación con el resto de tipologías, debido a la explotación de una raza más precoz como la Nubia. La productividad por cabra es la más alta (112 litros por cabra y año en 236 días de ordeño). Además, la productividad no es mayor debido a que no se programan parideras varias veces al año, de forma que producen leche durante todo el año, obteniendo mejores resultados y argumentan no se le paga el valor real que tiene esta leche.

Finca tipo 2. Sistemas caprinos extensivos mixtos de ganado caprino.

Representa por 9 fincas cuya dimensión varía, pero (58,6 %) son de pequeño tamaño (50 a 60 cabras). cuyo manejo es tradicional basado en razas (Saanen, alpina y criolla). En cuanto a las instalaciones, el 100 % de las explotaciones todavía se lleva a cabo ordeño manual y el 76 % de las explotaciones no dispone de conexión el tendido eléctrico.

El 98 % de los criadores desconocen los métodos de adaptación del ganado caprino a los problemas asociados con los cambios climáticos existentes en la zona, 98.1 % presenta deforestación, el 62.1 % ausencia de canteros de semilla, el 100 % no aplicación de alimentos alternativos y baja producción de leche. De manera general no realizan uso eficiente de la tierra,

La edad de la primera cubrición de las cabras es de 7,42 meses, debido a que presentan razas precoces. La productividad por cabra (110 litros por cabra y año en 236 días de ordeño). En este caso, la productividad aun baja debido a que no se programan partos varias veces al año, de forma que produzcan leche durante todo el año, no se aplican normas técnicas, ni medio ambientales si tenemos en cuenta los parámetros de variabilidad existente que permiten se obtengan mejores resultados y argumentan no se le paga el valor real que tiene esta leche, la sequía y el problema de los suelos afecta sus producciones ya que las enfermedades que se presentan producen daños económicos.

Finca tipo 3. Sistemas caprinos extensivos mixtos de gran dimensión con explotación de ganado caprino.

Está constituida por rebaños de más dimensión (100 cabras en unas 60 ha de superficie) complementado con la explotación principalmente de ovino y, en ocasiones, con vacuno o porcino criollo. Están basadas en regímenes extensivos, explotándose la raza criolla, siendo estas de menor productividad presentan (85 litros por cabra y año durante 227 días de ordeño). No tienen disponibilidad de instalaciones, no poseen salas de ordeño adecuadas y tecnificadas. Los gastos más destacados son los de compra de materias primas para alimentación animal, son más elevados que en la tipo 1, a pesar de ser sistemas extensivo, debido a la existencia de otras especies ganaderas que también precisan suplementación, a pesar de la dimensión de la explotación, como consecuencia de la baja productividad, la producción media leche al año de la explotación no es superior a la del grupo anterior.

Las 10 fincas el 60,6 % de los criadores desconocen los métodos de adaptación del ganado caprino a los problemas asociados con los cambios climáticos existentes en la zona, 78.1 % presenta deforestación, el 45.6 % ausencia de canteros de semilla, el 72,5 no aplicación de alimentos alternativos y baja producción de leche.

La edad de la primera cubrición de las cabras es de 9.36 meses, debido a que presenta una raza criolla menos precoz. La productividad por cabra (92 litros por cabra y año en 236 días de ordeño). En este caso, la productividad es baja debido a que no se programan partos varias veces al año, de forma que produzcan leche durante todo el año y se obtengan mejores resultados y argumentan no se le paga el valor real que tiene esta leche, la sequia y el problema de los suelos afecta sus producciones ya que las enfermedades que se presentan producen daños económicos.

CONCLUSIONES

La utilización de la metodología para caracterizar las fincas es una herramienta útil para evaluar la sostenibilidad de los sistemas de producción caprina, para comprender la capacidad de cambios y adaptación de sus modelos productivos.

En la investigación se ha evaluado las explotaciones mediante indicadores básicos, componentes y variables, que ha permitiendo hacer un análisis de diferentes fincas en función de sus sistemas productivos, de su manejo y de sus resultados económicos.

REFERENCIAS

- Acosta Gutiérrez, Z. G., Pereda Mouso, J., Primelles Fariñas, J., Reyes Artilles, G., y Cruz Cruz, M. (2017). Ordenamiento del potencial pecuario, para su adaptación al cambio climático en Jimaguayú, Camagüey, Cuba. *Revista de Producción Animal*, 29(3), 6-11. Pérez (2019). Recuperado de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pdf>
- Arias, M. A. L., Guevara Hernández, F., Rodríguez Larramendi, L. A., Pinto Ruiz, R., Nahed Toral, J., Ley de Coss, A., y Reyes Muro, L. (2018). Evolución de los sistemas de crianza de cabras Criollas Cubanas en el contexto de la conservación del genotipo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1), 68-85. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/scielo.php>

- Bonet Pérez, C., Abad Caballero, A., Guerrero Posada, P., Rodríguez Correa, D., Mola Fines, B., y AvilésMartínez, G. (2019). Propuesta de estrategia energética para abasto de agua en la ganadería. *Revista Ingeniería Agrícola*, 9(3). Recuperado de <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1139>
- Eccardi, F., y Suárez, D. (2019). Enfrentar la crisis climática con la ganadería. Recuperado de <https://www.conecto.mx/file/2019/10/342-Fulvio-ganadería-autor.pdf>
- García López, R., y Tuero Martínez, O. R. (2018). Efecto de diferentes proporciones de Moringa oleifera: *Cenchrus purpureus* sobre el consumo voluntario y el balance de nitrógeno. *Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey*. Recuperado de <https://www.conecto.mx/file/2019/10/342-Fulvio-ganadería-autor.pdf>
- Landini, F. (2012). Problemas en la extensión rural paraguaya: modelos de extensión en la encrucijada. *Cuadernos de desarrollo rural*, 9(69), 127-149. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/scielo.php>
- Landini, F. P., y Bianqui, V. (2016). Expectativas de los extensionistas rurales latinoamericanos y contribuciones psicosociales. *Psicología & Sociedade*, 28, 125-134. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/1807-03102015v28n1p125>
- Peña Rueda, Y. F., Benítez Jiménez, D. G., Almaguer Pérez, N. A., y Pacheco Peña, C. E. (2019). Caracterización de la ganadería vacuna del sector campesino en el suroeste de Holguín. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 300-308.
- Tirado-von der Pahlen, M. C., y Mukherjee, K (2019). Primera Conferencia Internacional FAO/OMS/UA sobre Inocuidad Alimentaria Addis Abeba, 12 y 13 de febrero de 2019. Recuperado de <https://www.fao.org/3/CA2963ES/ca2963es.pdf>

**CEBA DE CORDEROS PELIBUEY SUPLEMENTADOS CON MORINGA EN LA
U.B.P.C. NO. 27 "MOLINET" DEL MUNICIPIO PUERTO PADRE**

**FATTENING OF PELIBUEY LAMBS SUPPLEMENTED WITH MORINGA AT U.B.P.C.
NO. 27 "MOLINET" IN PUERTO PADRE MUNICIPALITY**

Guillermo Alberto Miranda Moya, gmiranda@ult.edu.cu

Madelaine Meriño Lara, madelaineml@ult.edu.cu

Yanet Avila Prieto, yanetpa@ult.edu.cu

Gleibys García Torres, gleibysgt@ult.edu.cu

Eduardo Tomás Pérez Silva

RESUMEN

El experimento se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (U.B.P.C.) No. 27 "Molinet", Vázquez, Municipio Puerto Padre, cuya finalidad es la producción agropecuaria. Se emplearon 20 animales y conformaron cuatro Tratamientos: I (Control), II (Suplementado con 0.25 Kg de moringa), III (Suplementado con 0.50 Kg de moringa) y IV (Suplementado con 0.75 Kg de moringa), todos con la disponibilidad de agua ad libitum. Con el objetivo de valorar la influencia de la suplementación con Moringa (*Moringa oleífera*) a corderos Pelibuey en ceba. Determinándose la composición bromatológica de la *Moringa oleífera* y los indicadores ganancia media diaria y peso vivo, a los 30 días hasta los 120 días de haber comenzado el experimento. Los resultados en cuanto a la composición bromatológica de la *Moringa oleífera* arrojaron contenidos de PB (24.4 %), FB en 17,1 % y EE en 4.7 %. En cuanto a la suplementación los mejores resultados fueron para los animales suplementados con 0.75 Kg de moringa obteniéndose medias de GMD de 201.05 g y peso vivo de 25.48 Kg a los 120 días. Concluyendo que la suplementación con *moringa oleífera* es una alternativa para mejorar los indicadores productivos de los corderos al destete.

PALABRAS CLAVES: ceba corderos, indicadores productivos, suplementación y moringa.

ABSTRACT

The experiment was carried out in the Basic Unit of Cooperative Production (U.B.P.C.) No. 27 "Molinet", Vázquez, Puerto Padre Municipality, whose purpose is agricultural production. Twenty animals were used and they conformed four treatments: I (Control), II (Supplemented with 0.25 Kg of moringa), III (Supplemented with 0.50 Kg of moringa) and IV (Supplemented with 0.75 Kg of moringa), all with the availability of water ad libitum. The objective was to evaluate the influence of supplementation with Moringa (*Moringa oleifera*) on Pelibuey lambs in fattening. The bromatological composition of Moringa oleifera and the indicators of average gain and live weight were determined from 30 days to 120 days after the beginning of the experiment. The results regarding the bromatological composition of Moringa oleifera showed PB contents (24.4 %), BF in 17.1 % and EE in 4.7 %. As for supplementation, the best results were obtained for the animals supplemented with 0.75 kg of moringa, obtaining mean GMD of 201.05 g and

live weight of 25.48 kg at 120 days. In conclusion, supplementation with moringa oleifera is an alternative to improve the productive indicators of lambs at weaning.

KEY WORDS: fattening lambs, production indicators, supplementation and moringa.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una práctica ganadera intensiva que a nivel global produjo en 2016 según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 9 millones 310 mil 532 toneladas de carne y en México hasta noviembre del 2018 unas 56 mil 683 toneladas, casi 2 % más que en 2017. De acuerdo con previsiones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Food and Agriculture Organization (FAO), para el año 2026 el consumo mundial de este tipo de carne llegará a 2.1 kilogramos per cápita de forma anual (Escobar, 2019).

Bottaro y Bervejillo (2018), refieren que 98 millones de cabezas de ganado, agrupadas en 850 000 explotaciones de ovinos dan empleo a 1.5 millones de personas en la Unión Europea (U.E). Éstos son datos que reflejan la importancia del sector ovino en la economía del mundo rural en Europa. El sector ovino es una parte importante del patrimonio cultural de muchos estados europeos y los rebaños ocupan una parte significativa de su territorio. El resto de la producción mundial está distribuido en los demás países del mundo, teniendo un 26.98 % de producción, de acuerdo a los últimos reportes, se registró un crecimiento anual del 2 % en el inventario ovino Database of the Food and Agricultural Organization (FAOSTAT, 2017).

Martínez (2017), señala que los ovinos tienen ventajas para desarrollar sistemas productivos; su relativa facilidad de crianza en extensivo, diversidad de razas, rusticidad, adaptabilidad y eficiente uso del recurso forrajero, así como su habilidad materna, hace que sea una especie para tener en cuenta en los diferentes sistemas agroclimáticos. Lo cual se ha intensificado la búsqueda de alternativas sostenibles y económicamente rentables, para la valorización de residuos y subproductos capaces de cubrir las necesidades nutrimentales de los animales de forma eficiente (Conesa, 2018).

El ganado ovino posee alta demanda en la población cubana ya que es una fuente de proteína de alto valor biológico, con baja inversión financiera Cruz y otros (2018). La mayoría de estos sistemas de producción de ovinos en Cuba se pueden clasificar como extensivos, los que presentan indicadores productivos bajos, con respecto al potencial de la raza Pelibuey, empleada mayoritariamente (Herrera y Carmenate, 2021).

La Moringa (*M. oleífera*) es un alimento recomendado para sistemas de producción porcinos por los niveles de proteína que demandan. En equinos, camellos y aves ha mostrado buenos resultados. Se han registrado ganancias significativas de peso vivo, mayor producción de leche y mejores pesos en crías al nacimiento: los resultados son más evidentes en animales con carencias nutricionales. Se puede suministrar, fresca o liofilizada, se combina con otros componentes del alimento elaborado: el fresco para consumo inmediato y el liofilizado se puede almacenar por tiempo prolongado .

El contenido de Proteína Bruta (PB) de la Moringa (*Moringa oleífera*) es mayor a los reportados en otras especies arbóreas usadas en la alimentación animal en América

Latina, como: *Leucaena leucocephala* (22 %), *Guazuma ulmifolia* (16 %), *Gliricidia sepium* (19 %) reportado por Jayal y Kehar (2018) y otros autores como catalogan a la Moringa (*Moringa oleífera*) como una fuente alterna de proteína para rumiantes alimentados con forrajes de mala calidad

Teniendo en cuenta la importancia tiene la ceba ovina en los momentos actuales y en aras de lograr mejorar los indicadores productivos que permitan lograr incrementos de peso utilizando fuentes alternativas que no compitan con la alimentación humana como son las plantas forrajes como la Moringa (*Moringa oleífera*).

El experimento se realizó en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (U.B.P.C.) No. 27 "Molinet", Vázquez, Municipio Puerto Padre, ubicada en el 21 Km carretera central vía Puerto Padre, en la comunidad de Molinet del municipio Puerto Padre; cuya finalidad es la producción agropecuaria.

Período de realización del experimento: Enero - Mayo.

Tratamientos y Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) donde se conformaron cuatro grupos experimentales de cinco animales cada uno, clínicamente sanos y debidamente uniformados según peso y características raciales

Tratamientos:

- I. 8 horas de pastoreo y agua Ad libitum.
- II. 8 horas de pastoreo, agua Ad libitum + 0.25 kg/animal/día de Moringa.
- III. 8 horas de pastoreo, agua Ad libitum + 0.50 kg/animal/día de Moringa.
- IV. 8 horas de pastoreo, agua Ad libitum + 0.75 kg/animal/día de Moringa.

Forraje:

La moringa forraje utilizado se cosechó directamente del campo con una edad de 3 meses después del establecimiento, sin riego. Sembrada en un suelo Fercialítico calcico.

Procedimiento Experimental

Se utilizaron 20 corderos de la raza Pelibuey con una edad promedio de 3.71 meses y un peso promedio de 7.5 Kg. Los cuales salían al pastoreo, con el resto del rebaño y a la hora de suplementarlas se trasladaban al b6xer para poder suministrarle la suplementación según el correspondiente tratamiento.

Los animales experimentales recibieron un período de adaptación a la suplementación durante 21 días. Los comederos que se utilizaron son de tipo peine de 1.5 metros de largo por 0,5 de ancho y 1 de alto y bebederos rectangulares de fibrocemento de 2 metros de largo x 0.50 metros de ancho, de 20 litros de capacidad. El pastoreo se realizó mediante un rebaño único en dos secciones de 8:00 - 12:00 a.m. y de 2:00 - 6:00 p.m. En naves a la sombra de 12:00 a.m. a 2:00 p.m. se les ofrecerá la suplementación, controlándose el consumo.

El suplemento se cortaba con un machete eliminando los tallos gruesos realizándole un corte a los tallos finos y largos antes de depositar en el saco para ser pesado y

trasladado, pesando el alimento para cada tratamiento con una pesa tipo digital Marca: CRANE SCALE Modelo: Modern Step de 300 kg de procedencia China.

Determinaciones realizadas

La determinación de la materia seca y los análisis de la composición química de los forrajes se realizaron en el laboratorio de Química de la Fábrica de Torula del Central Delicias, en el municipio de Jesús Menéndez de la provincia de Las Tunas donde se determino el contenido de Materia Seca (MS) estufa Marca SELECTA, la Proteína Bruta (PB) por el Método Kjeldahl en un Digestor Marca SELECTA de procedencia China, La Fibra Bruta (FB) y Extracto Etéreo (EE) para la determinación de la fracción de lípidos basándose en la evaporación.

Indicadores productivos a valorar

Para evaluar el comportamiento productivo se controlaron los indicadores de peso vivo de los corderos (PV). Posteriormente, se calculó la ganancia media diaria (GMD) y peso vivo final (PF) de 30 y 120 días (etapa de crecimiento).

Peso vivo: $PV = PV \text{ final} - PV \text{ inicial}$

Ganancia media diaria: $GMD = PV \text{ final} - PV \text{ inicial} / \text{Cantidad de Días.}$

La metodología empleada para la ejecución del experimento

1. Se seleccionaron animales de la misma raza y clínicamente sanos.
2. Edad entre los 3 y 5 meses.
3. Los grupos fueron creados con animales de peso vivo similares.

Análisis Estadísticos

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico *InfoStaf* para *Windows*, versión 2020 de Di Rienzo y otros. Se realizó el Análisis de Varianza, siendo las mismas lo más homogénea posible y determinar el nivel de significación entre los tratamientos estudiados.

Caracterización química del forraje de Moringa (*Moringa oleífera*)

En la tabla 1 se apreciamos la composición bromatológica de la Moringa la cual fue deshidratada donde observamos que la materia seca (MS) con 89.1 %; la proteína bruta (PB) con 24.4 %; la fibra bruta (FB) en 17.1 % y el extracto etéreo (EE) en 4.7 %. Las dietas de cabras y ovejas basadas en forrajes de baja calidad y residuos de cosecha, deben incluir una suplementación de proteína con el fin de incrementar el consumo y la digestibilidad.

Los ovinos son poco exigentes en cuanto a su alimentación y como rumiantes, tienen la capacidad de aprovechar muy bien las hierbas verdes, los forrajes secos y diferentes tipos de residuos. Pudiendo encontrar alimentos en los pastos muy pobres y en los lugares de escasa vegetación, debido a su gran movilidad, tener incisivos afilados y labios muy movibles. Además de poder pastar en áreas ya utilizadas por otros animales domésticos aprovechan 1.5 a 2 veces más las plantas verdes que el ganado vacuno y digieren mejor cualquier tipo de alimento. Aunque son animales poco exigentes,

necesitan una alimentación variada y balanceada en principios nutritivos pudiendo ser capaz de consumir de 2 a 3 kg de materia seca (MS) por cada 100 kg de peso vivo.

Los resultados obtenidos se encuentran en el rango de los reportados por Sultana (2020), donde análisis proximales revelan un contenido de proteína en un rango entre los 22.99 - 29.36 %, de grasa entre los 4.03 - 9.51 %, y fibra entre los 6.00 - 9.60 % y con García y otros (2020), quienes reportan valores de (PB) con 19 – 27.1 %; la fibra bruta (FB) en 7.9 – 19.2 % y el extracto etéreo (EE) en 4.7 – 5 %.

Tabla 1. Composición bromatológica del follaje de Moringa (*M. oleífera*).

Composición	MS (%)	PB (%)	FC (%)	EE (%)
Moringa	89.1	24.4	17,1	4.7

Al observar la tabla 2 donde se ve el comportamiento de la ganancia media diaria (g) a los primeros 120 días de comenzar el experimento, apreciándose en cada uno de los tratamientos (Control y suplementados con 0.25, 0.50 y 0.75 Kg de Moringa), los valores medios obtenidos fueron de 125.10, 133.52, 142.12 y 150.78 gramos y observándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de los tratamientos control y los suplementados con 0.25 Kg de moringa con los suplementados con 0.5 y 0.75 Kg de moringa y no observándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos control y los suplementados con 0.25 Kg de moringa, ni los suplementados con 0.25 y 0.5 Kg de moringa y así mismo entre los suplementados con 0.5 y 0.75 Kg.

Las ganancias de peso registradas van desde 70 hasta 300 g/día y cuando se utiliza la ganancia en peso para definir el crecimiento de los corderos, se observa un rápido crecimiento en los animales con un régimen alimentario alto en concentrado, además un crecimiento más bajo se manifiesta en aquellos corderos alimentados con forraje o miel y una ganancia menor cuando el régimen alimentario depende principalmente del pastoreo en áreas de pasto natural o en los regímenes de caña de azúcar y urea.

Tabla 2. Análisis de varianza de la ganancia media diaria (g) 120 días.

Tratamientos	Media
Control	125.10 a
I	133.52 ab
II	142.12 bc
III	150.78 c

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

A los 30 días de la investigación valoramos el comportamiento del peso vivo de los animales bajo estudio en la tabla 3, se precia en cada uno de los tratamientos (Control y suplementados con 0.25, 0.50 y 0.75 Kg de Moringa), los valores medios obtenidos los cuales fueron de 11.13, 11.67, 11.54 y 11.43 Kg respectivamente. Observándose

variaciones reales entre cada uno de los tratamientos pero las mismas al realizar el análisis de varianza (ANOVA) no existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Tabla 3. Análisis de varianza del peso vivo (Kg) 30 días.

Tratamientos	Media
Control	11.13 a
I	11.67 a
II	11.54 a
III	11.43 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

En la tabla 4 podemos observar el peso vivo final alcanzado en nuestra investigación donde se aprecia en cada uno de los tratamientos (Control y suplementados con 0.25, 0.50 y 0.75 Kg de Moringa), los valores medios obtenidos los cuales fueron de 22.15, 23.67, 24.57 y 25.48 Kg respectivamente. Observándose al realizar el análisis de varianza (ANOVA) no existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre el tratamiento control y el tratamiento suplementado con 0.25 kg de moringa; ni entre los tratamientos que eran suplementados con 0.25, 0.50 y 0.75 Kg; pero si entre el control y los suplementados con 0.5 y 0.75 Kg de moringa.

A pesar que el peso inicial no era uniforme ni existían diferencias significativas, los animales bajo tratamiento, tuvieron un crecimiento uniforme, muy parejo y aun cuando iniciaron con un peso menor, al final de la investigación tuvieron mayor peso que los ovinos que estuvieron en pastoreo. Por su parte Peluffo (2019), encontró que el peso promedio de ovinos suplementados fue de 20,74 Kg, mientras que lo que se encontraban en pastoreo solo alcanzaron los 18.42 Kg. La variabilidad con nosotros puede ser debida a la raza, pasto, suplemento, clima, ente otros.

Tabla 4. Análisis de varianza del peso vivo (Kg) 120 días.

Tratamientos	Media
Control	22.15 a
I	23.67 ab
II	24.57 b
III	25.48 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

CONCLUSIONES

La composición bromatología de la *Moringa oleífera* fue de materia seca 89.1 %, proteína bruta 24.4 %, fibra bruta 17.1 % y el extracto etéreo de 4.7 %. Los mejores

resultados de ganancia media diaria y peso vivo en los animales del tratamiento que recibió la suplementación con 0.75 Kg alcanzando un peso vivo de 25.48 Kg a los 120 días, permitiendo obtener mayores ganancias económicas.

REFERENCIAS

- Bottaro, M. P. y J. G. Bervejillo. (2018). Cadena ovina: situación y perspectivas. Análisis sectorial y cadenas productivas. Anuario OPYPA. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, p. 63.
- Conesa, D. C. (2018). Aprovechamiento de residuos en la industria hortofrutícola. Postcosechas, frutas, hortalizas y ornamentales. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Título de Ing. 98 pp.
- Cruz, L., Vecino, U. y Cánova, A. (2018). Plan de extensión agraria: Experiencia exitosa en una comunidad cooperativa con las especies ovino-caprinas. *Cooperativismo y Desarrollo*, 6(2), 257-267. Recuperado de <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/203>
- Di Rienzo J. A., Casanoves, F. Balzarini, M. G. Gonzalez, L. Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Escobar, R. A. (2019). Análisis de las frecuencias alélicas genotípicas de los polimorfismos presentes en los genes bmp15 y gdf9 relacionados con la prolificidad en ovinos de pelo (*Ovis aries*). Universidad del Papaloapan. Campus Tuxtepec. 86 pp.
- FAOSTAT (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- García, P., Peñalver, R. y Nieto, G. (2020). Health Benefits of Uses and Applications of *Moringa oleifera* in Bakery Products. *Plants* 2021, 10, 318. <https://doi.org/10.3390/plants10020318>
- Herrera, J. A. y Carmenate, O. (2021). Procedimiento de investigación extensión tecnológica para la alimentación sostenible de ovinos, resultados preliminares. COODES Vol. 9 No. 1 (enero-abril) p. 9-28 Recuperado de <http://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/333>
- Jayal, M. y Kehar, N. (2018). A study on the nutritive value of mulberry (*Morus indica*) tree leaves. *Indian Journal of Dairy Science*, 15: 21-27.
- Martínez, R. (2017). Bloques multinutricionales elaborados con follaje de árboles como suplemento alimenticio de ovinos. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México, Tesis de Grado para optar al título de Maestro en Ciencias, Colegio de Postgraduados, México, 52 pp.
- Peluffo, S. (2019). Evaluación y desempeño productivo en ovinos mestizos, en condiciones de pastoreo semi-extensivo; comunidad wayuu jurura finca grano de oro. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Programa de Zootecnia. p. 48.

COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE CULTIVARES DE SOYA (GLYCINE MAX, (L.) MERRIL)

AGRO-PRODUCTIVE BEHAVIOR OF SOYBEAN CULTIVARS (GLYCINE MAX, (L.) MERRIL)

Aracelis Romero Arias, aracelisra@ult.edu.cu

Raquel Ruz Reyes, raquel@ult.edu.cu

Santa Laura Rodriguez Leyva, laural@ult.edu.cu

Yosbany Ugarte Oquendo

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la finca agroecológica "La Conchita perteneciente a la CCS "Paco Cabrera" de la Empresa Agropecuaria Antonio Guiteras en el Consejo Popular de Maniabón, municipio Puerto Padre, en el período comprendido desde diciembre hasta marzo del 2022. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproductivo de cuatro cultivares de soya (*Glycine max, L.*) en un suelo Fersialítico pardo rojizo mullido. Se desarrolló la investigación en condiciones de campo, empleando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas, se utilizaron parcelas con un área de 11,2 m². La distancia entre réplicas fue de 1 m la semilla empleada proveniente del INCA con un 98 % de germinación. Los cultivares estudiados fueron: Incasoy-1, Incasoy-23 e Incasoy-24 e Incasoy-34. Durante el ciclo vegetativo del cultivo se evaluaron las siguientes variables número de vainas por planta, número de granos por planta, peso de 100 granos, rendimiento en t ha⁻¹. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias por Tukey (<0,05), utilizando el software InfoStat versión 2017. El mejor comportamiento de altura y número de hojas lo obtuvieron los tratamientos Incasoy-34 e Inasoy-24 y el menor el Incasoy-1 difiriendo del resto, el mayor rendimiento de granos se obtuvo en los tratamientos Incasoy-24 y 34 y el menor en el Incasoy-1.

PALABRAS CLAVES: evaluación, agroproductivo, rendimiento.

ABSTRACT

The research was developed in the agroecological farm "La Conchita belonging to the CCS "Paco Cabrera" of the Agricultural Enterprise Antonio Guiteras in the Popular Council of Maniabón, Puerto Padre municipality, in the period from December to March 2022. With the objective of evaluating the agroproductive behavior of four soybean cultivars (*Glycine max, L.*) in a Fersialitic reddish brown fluffy soil. The research was carried out under field conditions, using a randomized block design with four treatments and three replications, using plots with an area of 11.2 m². The distance between replicates was 1 m. The seed used came from INCA with 98% germination. The cultivars studied were: Incasoy-1, Incasoy-23, Incasoy-24 and Incasoy-34. During the vegetative cycle of the crop, the following variables were evaluated: number of pods per plant, number of grains per plant, weight of 100 grains, yield in t ha⁻¹. The data were subjected to a double ranking analysis of variance and Tukey mean comparison (<0.05), using InfoStat software version 2017. The best performance in height and number of leaves was obtained by treatments Incasoy-34 and Incasoy-24 and the lowest by Incasoy-

1differing from the rest, the highest grain yield was obtained in treatmentsIncasoy-24 and 34 and the lowest in Incasoy-1.

KEY WORDS: evaluation, agro-productive, yield.

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*, (L.)), en los últimos 10 años se importa desde Brasil, Argentina y países de Asia, lo que obliga a destinar cuantiosos recursos para adquirir el grano, que resulta un componente importante en la producción intensiva de carne de aves y cerdos, producción de leche, yogur, aceite y otros alimentos (D' Angelo, Scafuro y Meccariello, 2019), este grano está entre los más importantes en el mundo, por su alto contenido de proteína y grasa; aunque en el país se conoce este cultivo desde el año 1904, no ha sido posible estabilizar su producción.

En Cuba, el cultivo de la Soya (*Glycine max*, (L) Merrill) ha ido cobrando importancia, pues a pesar de que desde 1904 se trabaja con el mismo, no es hasta el período especial cuando los productores y directivos toman conciencia de su extraordinaria importancia, especialmente por su alto contenido de proteína y grasa. Su composición es de 30 a 50% de proteínas, 20% de grasa, y 24% de carbohidratos, además, contiene vitaminas como la E, la K y minerales como hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), cobre (Cu) y calcio (Ca) (Molinet, Santiesteban y Fonseca, 2017).

En el contexto actual, con el impacto del cambio climático en la agricultura, se anticipa un estado de incertidumbre sobre cómo alimentar a la población del planeta y garantizar la disponibilidad de las especies domesticadas por los diferentes grupos humanos. Para promocionar un crecimiento sostenible de la productividad, se deben aplicar estrategias que garanticen el aumento en los rendimientos de cosecha, la conservación de los recursos genéticos y la adopción de prácticas de manejo de los cultivos innovadoras, que generen valor agregado e incrementen los ingresos rurales (D' Angelo y otros, 2019).

En Las Tunas la producción de soya (*Glycine max*, (L) Merrill) ha sido más bien a un nivel experimental que productivo, sin haberse logrado el establecimiento a gran escala, para revertir este problema se han llevado a cabo varios trabajos investigativos, ferias campesinas sobre el cultivo de la soya las cuales han reunidos a productores de cultivos varios, cerdos y otros animales, con el objetivo de evaluar cultivares de esta planta y adquirir las que mejor respondan a las condiciones y preferencias individuales de los agricultores.

Aun así, en el municipio Puerto Padre no existía un interés marcado de productores/as por dedicarse a este cultivo, pues los criadores de cerdos obtenían los piensos por la vía de entrega de carne o cerdos a porcino; pero a partir de que en el mercado internacional se incrementaron los precios de la soya y otros componentes de los piensos, se vieron en la necesidad de emplear fuentes de proteínas locales, fue el momento en que se pone a disposición de los mismos las alternativas para el cultivo de esta leguminosa. Por tanto es necesario evaluar el comportamiento agroproductivo de cultivares de soya en las condiciones edafoclimáticas de la CCS "Paco Cabrera" del municipio Puerto Padre para contribuir a su diversidad biológica e incrementar los rendimientos productivos del cultivo.

Zona de estudio

La investigación se desarrolló en condiciones de campo en el período comprendido entre diciembre hasta marzo del 2022 en la finca agroecológica “La Conchita” perteneciente a la CCS “Paco Cabrera” de la Empresa Agropecuaria Antonio Guiteras en el Consejo Popular de Maniabón, municipio Puerto Padre. La misma cuenta con un área total de 1.28 hectáreas y se encuentra ubicada geográficamente dentro de las coordenadas: N 21°07'21.17" y WO 76°40'25.0".

Clasificación y características del suelo

El suelo predominante en el área experimental pertenece al agrupamiento del clasificado como Fersialítico pardo rojizo mullido. Para determinar las propiedades físico-químicas del suelo las muestras se evaluaron en el laboratorio de suelos de la Universidad de Las Tunas.

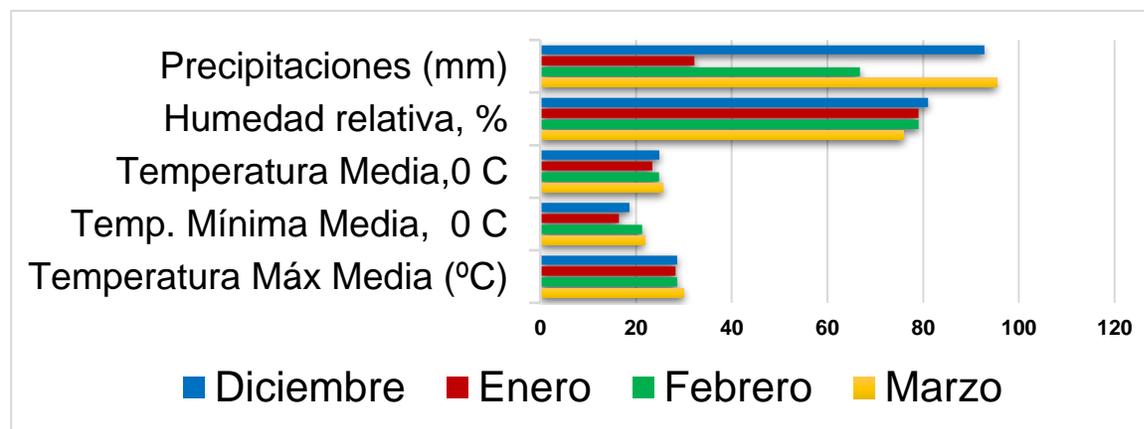
Tabla 1. Cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico.

Profundidad	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	CIC	Ca/Mg	K/Mg	
cm	cmol (+). Kg ⁻¹							
0-20	60	4,8	1,7	0,5	69	12,4	0,34	
20-30	52	3,6	1,1	0,7	64	14,5	0,3	

Comportamiento de las variables climáticas

Durante el periodo de desarrollo del experimento se tuvo en cuenta el comportamiento de las principales variables climáticas que pueden afectar los resultados de las producciones del cultivo. Los datos fueron tomados de la Estación de Meteorología del municipio Puerto Padre.

Gráfico 1. Condiciones climáticas en los meses del desarrollo del experimento.



Fitotecnia aplicada

La fitotecnia aplicada se realizó siguiendo lo establecido por el instructivo técnico del cultivo.

Preparación de suelo: Las labores de preparación de suelo se realizaron por el método tradicional, para lo cual se empleó tracción animal con un arado criollo para surcar.

Siembra: Se realizó en diciembre del 2021 de forma manual a 4 cm de profundidad, se colocaron dos semillas por nido con una distancia entre surcos de 0.70 m y 0.10 m entre plantas.

Riego: Durante el ciclo del cultivo se aplicaron siete riegos mediante la tecnología de aspersión en los períodos críticos de demanda hídrica, enmarcados en las etapas de prefloración, floración- formación de la vaina y llenado del grano, con un intervalo de riego de 7 a 8 días en dependencia del periodo de lluvia.

Control de plantas arvenses: Se realizó con azada según el grado de aparición de arvenses con un espaciamiento de alrededor de 15 días.

Cosecha: La cosecha se realizó de forma manual en la fase de madurez, tomando como muestra diez plantas por parcela.

Diseño experimental y tratamientos

Para el montaje del experimento se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas, utilizando parcelas con una superficie de 11,2 m² (2,80 m x 4 m) con 4 surcos, tomando los dos centrales (5,6 m²) como área de cálculo. La distancia entre réplicas fue de 1 m las semillas utilizadas se obtuvieron en la Empresa de Semilla con un 98 % de germinación para el análisis se tomaron 10 plantas por parcelas para un total de 30 plantas por tratamiento.

Los tratamientos lo constituyeron

1. Incasoy-1.
2. Incasoy-23.
3. Incasoy-24.
4. Incasoy-34.

Variables morfológicas evaluadas

1. Número de vainas por planta.
2. Número de granos por planta.
3. Número de granos por vaina.
4. Peso de 100 granos (g). Se utilizó una balanza analítica (SARTORIUS, modelo BS 2202S).
5. Rendimiento en t ha⁻¹. Para su evaluación se tuvo en cuenta el rendimiento obtenido en cada parcela, y posteriormente se transformaron los datos a rendimientos en toneladas por hectárea.

Método de análisis empleado para evaluar las mediciones

Los datos obtenidos de las diferentes mediciones se procesaron en análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el 5 % de probabilidad de error, la información fue procesada con el software estadístico

InfoStat versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017). Para determinar el análisis de estadística paramétrica se realizó la prueba de homogeneidad de varianza a través del Test de Barttle y se comprobó si los datos se ajustaban a una distribución normal mediante el Test de Shapiro-Wilks.

Resultados y discusión

En el área experimental el suelo se caracteriza por un bajo contenido de materia orgánica, con un pH ligeramente alcalino, la relación Ca / Mg+K es adecuada y la capacidad de cambio catiónico media.

La época en que se desarrolla el experimento, coincidió con el período seco del año, según la clasificación climática de Koppen, donde las precipitaciones mensuales mostraron un comportamiento aceptable en las etapas críticas del cultivo y las temperaturas medias oscilaron entre 25 °C y 27 °C. Este comportamiento, condicionó la estabilidad de las variables durante el experimento. En los meses de desarrollo de la investigación, las precipitaciones, tuvieron una tendencia a disminuir, lo cual pudo provocar una disminución en los rendimientos de los cultivos evaluados.

Comportamiento del rendimiento

En la (Tabla 2) se puede observar que el menor número de vainas por plantas correspondió al tratamiento 1 y el mayor lo mostraron el 3 y 4, a su vez el tratamiento 2 y 3 no difieren entre sí.

El rendimiento de un cultivo viene dado por la capacidad de acumular biomasa como materia fresca y seca en los órganos que se destinan a la cosecha y un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento del rendimiento. De esta manera la distribución de masa seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la productividad de un cultivo.

Tabla 2 Componentes del rendimiento

Tratamiento	No. de vainas por plantas	Granos por vainas	Peso de 100 granos(g)	Rendimiento (tha ⁻¹)
Incasoy-1	37,77 c	3,0 a	17,30 c	0,59 d
Incasoy-23	110,60 b	3,0 a	17,23 c	1,55 b
Incasoy-24	119,40 ab	3,0 a	19,40 b	1,73 a
Incasoy-34	127,93 a	3,0 a	21,45 a	1,72 a
CV%	8,28	5,25	1,86	1,49
EE ±	0,15	0,01	0,08	0,01

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos resultados coinciden con los obtenidos por otros autores que reportan una asociación entre el número de vainas y el rendimiento (Torres, 2018). Asimismo,

concuerdan con Cedeño, (2019) y Rodríguez (2019) quienes encontraron un efecto significativo del número de legumbres por planta al estudiar la coinoculación *Bradyrhizobium* y HMA y destacaron que los efectos combinados de esos grupos de microorganismos (HMA y bacterias fijadoras de N) proporcionaron incrementos significativos del crecimiento y rendimiento de las plantas, resaltando la importancia de esta práctica conjunta. En el parámetro de número de granos por vainas no hubo diferencias estadísticas, entre los tratamientos.

Al igual que cualquier cultivo, la producción de granos de soya está ligada a la capacidad del cultivo de capturar los recursos que estén disponibles (agua, nutrientes, radiación, CO₂). La temperatura regula la intensidad de captura de estos recursos. El momento durante el ciclo del cultivo en que esos recursos estén disponibles determinará las variaciones en el rendimiento de dicha oleaginosa, dado que afectará de diferente manera la definición de los dos principales componentes del rendimiento del cultivo: el número de semillas y el peso de las mismas.

Se plantea que las vainas pueden contener entre uno y cinco granos, pero que generalmente presentan dos o tres y que el número de granos por vaina depende de cada cultivar, ya que presenta una alta heredabilidad. En evaluaciones de cultivares de soya se ha constatado que en el parámetro vainas por planta hay diferencia significativa entre los cultivares y que este carácter está entre los que mayor influencia tienen en el rendimiento agrícola (Aguilera y otros, 2020).

Al realizar el peso de los 100 granos se aprecia que el tratamiento que mostró un mayor peso fue el cuatro difiriendo estadísticamente del resto, Incasoy-1 y 23 mostraron el menor peso, (Tabla 4). Estos resultados pueden corroborarse con los reportados por Romero (2012), quien informa a un peso elevado de 100 granos entre 11,50 y 18,20 g al evaluar siete cultivares de soya en el municipio Majibacoa.

Este resultado indica que hay una correspondencia entre los tratamientos realizados en cuanto al peso del grano y los rendimientos. Los resultados obtenidos coinciden que en Cuba el peso de 100 granos de soya oscila entre 11,6 y 23,5 gramos.

La masa de 100 granos tuvo una alta separación angular respecto al número de granos, número de vainas y el rendimiento. Esto indica que bajo estas condiciones a medida que aumenta el número de granos y el número de vainas disminuye la masa de los mismos y viceversa, lo que se demuestra una vez más el nivel compensatorio entre estas variables.

Otros autores estudiaron la asociación positiva y significativa del rendimiento y sus principales componentes, donde pudieron confirmar que el número de granos y el número de vainas son los componentes que más se asocian a la expresión del rendimiento (Rojan y otros, 2019). Al evaluar el rendimiento se obtuvo que el mayor resultado lo mostraron los tratamientos tres y cuatro difiriendo del resto de los tratamientos, y el menor valor lo muestra el tratamiento uno.

El tratamiento dos muestra un valor intermedio en la interacción difiriendo del resto de los tratamientos. El rendimiento por planta está determinado en primer lugar por el número de vainas por plantas y por el peso de las semillas. En la selección para alto rendimiento puede servir el número de vainas como el componente de selección directa.

Sin embargo, con el número de flores formadas no se correlaciona con seguridad el rendimiento, porque el cultivo pierde una gran parte de sus flores. El peso de las semillas está en relación estrecha con el número de semilla por vainas. De todas las correlaciones que existen con el rendimiento, la más fácil de evaluar es el diámetro del tallo, la que se puede utilizar como selección indirecta del rendimiento (Romero, 2012).

En Cuba, estudios previos afirman que los mayores rendimientos en el cultivo de la soya se obtienen en la época de primavera, debido a que es el período del año donde la planta alcanza una mayor altura, incrementándose el número de estructuras reproductivas por unidad de superficie de suelo (Romero y otros, 2013).

Cuando a este cultivo se le proporcionan todos los requerimientos nutricionales y condiciones ambientales adecuadas, propicia un mejor desarrollo del cultivo y puede producir hasta un 96% en el rendimiento de grano. La soya es un cultivo que demanda grandes cantidades de nitrógeno; esto significa que cuanto más nitrógeno pueda incorporarse, mayor será el rendimiento.

Las nuevas tecnologías deben estar enfocadas a mantener y preservar la sostenibilidad del sistema de producción mediante la explotación racional de los recursos naturales y la aplicación de medidas pertinentes para preservar el ambiente (Moreno, García, Reyes y Vázquez, 2018).

Con los resultados obtenidos se ofrecen recomendaciones, sobre la posibilidad de producir soya con mejores características de adaptación a las condiciones edafoclimáticas en estudio. Se mejora la fijación simbiótica del nitrógeno y el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados a los 45 días lo mostraron los tratamientos Incasoy-24 y 34 en cuanto a la altura y número de hojas. El mayor rendimiento agrícola lo mostraron los cultivares Incasoy-24 y 34 por encima de una tonelada por hectárea y el menor rendimiento lo mostró cultivar Incasoy-1, mostrando la sostenibilidad de la diversidad biológica y resiliencia de los agroecosistemas.

REFERENCIAS

- Aguilera, J. G., Zuffo, A. M., Ratke, R. F., Trento, A. C. S., Lima, R. E., Gris, G. A., ...& Martins, W. C. (2020). Influencia de dosis de polvo de basalto sobre cultivares de soya. *Research, Societ y and Development*, 9 (7).
- Cedeño, A. G. (2019). Inoculación de la soya (*Glycine max*, (L.) Merrill) con cepas de Micorrizas en el municipio Amancio. Tesis en opción al título de Ing. Agrónomo, Universidad de Las Tuna, Cuba.
- D'Angelo, S., Scafuro, M., y Meccariello, R. (2019). BPA and nutraceuticals, simultaneous effects on endocrine functions. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders Drug Targets*, 19(5), 594.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2017). InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>

- Molinet D., Santiesteban R., y Fonseca R. (2017). Evaluación de algunos componentes del rendimiento en variedades de soya (*Glycine max* (L). Merri). Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Carretera Manzanillo Km. 16, Bayamo, Granma. Cuba.
- Moreno, A., García, V., Reyes, J. L. y Vázquez, J. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable Colombia Biotecnología, 20(1), 68-83.
- Reznikov, S., Bleckwedel, J., Claps, M. P., Cataldo, D. M., Gonzalez, M. A., Escobar, M., y Ploper, L. D. (2020). Evaluación de la eficacia de fungicidas para el manejo de las enfermedades foliares del cultivo de la soja durante la campaña 2019/2020.
- Rodríguez, R. Y. (2019). Inoculación de la soya (*Glycine max*, (L.) Merril) con cepas de Bradyrhizobium en el municipio Amancio Rodríguez. Tesis en opción al título de Ing. Agrónomo, Universidad de Las Tuna, Cuba.
- Roján-Herrera, O., Maqueira-López, L. A., y Torres-de la Noval, W. (2019). Variabilidad del rendimiento en cultivares de soya (*Glycine max* L.). Parte I. Época de frío. Cultivos Tropicales, 40(1).
- Romero, A. (2012). Evaluación de nuevos cultivares de Soya (*Glycine max*, (L) Merril) en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo lixiviado en la CCS Waldemar Díaz del municipio Majibacoa. (Tesis presentada en Opción al Título Académico de Máster en Ciencias en Producción Animal para la Zona Tropical). Instituto de Ciencia Animal. p 63.
- Romero, A., Ruz, R., y González, M. (2013). Evaluación de siete cultivares de soya (*Glycine max*) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Majibacoa, Las Tunas. Pastos y Forrajes, 36(4), 459-463.
- Torres-Mazuera, G. (2018). Nosotros Decimos Ma': La Lucha Contra la Soya Transgénica y La Rearticulación de la Identidad Maya en la Península de Yucatán 1. The Journal of Latin American and Caribbean Anthropology, 23(2), 262-280.

COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE CULTIVARES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*, Mill) PARA LA PRODUCCION DE SEMILLAS EN EL MUNICIPIO MAJIBACOA

AGROPRODUCTIVE BEHAVIOR OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*, Mill) CROPS FOR SEED PRODUCTION IN MAJIBACOA MUNICIPALITY

Raquel María Ruz Reyes, raquel@ult.edu.cu

Aracelis Romero Arias, aracelisra@ult.edu.cu

Alexis Lemes Pérez, alexislp@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la finca del productor Maximiliano Rodríguez Hernández, perteneciente a la CCS "José Rodríguez López" en la provincia de Las Tunas, en la localidad de Río Ramírez del municipio Majibacoa. Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproductivo de siete cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) en un suelo Pardo con carbonato. Se desarrolló la investigación en condiciones de campo, empleando un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres réplicas, se utilizaron parcelas con un área de 5,88 m². Los cultivares estudiados fueron: Daniel, L- 43, Vita, Elbita, Campechano, TY-53 y Colorado. Se realizó una Feria de Diversidad del cultivo, donde fueron seleccionados cuatro cultivares según el criterio de los productores. Posterior a la cosecha se determinaron algunos componentes del rendimiento agrícola a partir de lo cual se obtuvieron semillas que fueron conservadas por el campesino. Los cultivares con mayores rendimientos fueron el TY-53 y el Vita con 16,5 y 14 t ha⁻¹ respectivamente, esto dependió principalmente del número de frutos por plantas. Los cuatro cultivares seleccionados para la producción de semilla son rentables a partir de la calidad de la semilla y los precios actuales de estas.

PALABRAS CLAVES: tomate, cultivares, evaluación, agroproductivo, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out in the farm of the producer Maximiliano Rodríguez Hernández, belonging to the CCS "José Rodríguez López" in the province of Las Tunas, in the locality of Río Ramírez of the Majibacoa municipality. With the objective of evaluating the agro-productive behavior of seven tomato cultivars (*Solanum lycopersicum*, Mill) in a brown soil with carbonate. The research was carried out under field conditions, using a randomized block design with seven treatments and three replications, using plots with an area of 5.88 m². The cultivars studied were: Daniel, L- 43, Vita, Elbita, Campechano, TY-53 and Colorado. A Crop Diversity Fair was held, where four cultivars were selected according to the growers' criteria. After the harvest, some components of agricultural yield were determined, from which seeds were obtained and saved by the farmer. The cultivars with the highest yields were TY-53 and Vita with 16.5 and 14 t ha⁻¹ respectively, this depended mainly on the number of fruits per plant. The four cultivars selected for seed production are profitable based on seed quality and current seed prices.

KEY WORDS: tomato, cultivars, evaluation, agroproductive, yield.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) constituye una fuente inagotable de vitaminas, minerales, agua, sustancias antioxidantes, fibra y otros compuestos que tienen un papel fundamental en funciones del organismo, por lo que son de gran importancia en la dieta del hombre. En general, una dieta rica en hortalizas puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer y obesidad (García y Nieto, 2019).

En la actualidad, la comercialización de tomates en fresco representa un 21 % en volumen del sector hortícola mundial, siendo la hortaliza mayormente comercializada (COMTRADE, 2018). El mercado mundial del tomate se caracteriza por una intensa conexión entre países de una misma zona geográfica, caracterizándose como un comercio intrarregional (Van Rijswick, 2018).

En Cuba es la principal hortaliza, tanto por el área que ocupa nacionalmente como por su producción. El área dedicada a la plantación de este cultivo ocupa cerca del 50 % del total asignado al cultivo de las hortalizas (García y Nieto, 2019).

Según la Oficina Nacional de Estadísticas e Información, en el año 2019, se plantaron un total de 46 395 ha de tomate y se produjeron un total de 553 906 t para un rendimiento de 11,94 t ha⁻¹ (ONEI, 2020). Los rendimientos alcanzados en el país son bajos, al igual que en la gran mayoría de los países tropicales, debido al efecto negativo que ejercen los factores climáticos y la alta incidencia de plagas (Del Pino, 2018).

La amplia demanda del tomate y los bajos rendimientos obtenidos en comparación con los del ámbito mundial son algunas de las razones por la cual numerosos investigadores tanto en condiciones de campo como en casas de cultivo se dedican a la búsqueda y evaluación de cultivares mejores adaptados a las condiciones de Cuba y (Molinet-Salas y Lescay-Batista, 2020).

Sin embargo, los cultivares que son adecuados para una zona específica, pueden no tener una buena productividad en otra. En este sentido no solo incide la adaptación de los cultivares, pues la calidad de la semilla juega un papel muy importante. Diferentes autores señalan que para lograr semillas de calidad es necesario una buena conservación, donde se garantice humedad y temperatura óptima (Feria y Menéndez, 2017).

En Las Tunas se plantaron 1 877,8 ha de tomate y se produjeron 6 370,4 t con un bajo rendimiento de 3,39 t ha⁻¹ y las causas son diversas: afectaciones de plagas en el cultivo, selección de cultivares, nutrición, calidad de la semillas, entre otras (ONEI, 2020).

Ubicación de la zona objeto de estudio

La investigación se desarrolló en condiciones de campo, en la finca de productor Maximiliano Rodríguez Hernández sobre un suelo Pardo con carbonatos en la CCS José Rodríguez López del municipio Majibacoa, en la provincia de Las Tunas, en la localidad de Río Ramírez que se encuentra ubicada en el Consejo Popular de Las Parras por la carretera central con dirección a Holguín las coordenadas son 20°53'02.7"N 76°43'54.5"W, como muestras la figura 1y 2 en el periodo comprendido de enero a marzo del 2021.

Clasificación y características del suelo

El suelo predominante en el área experimental pertenece al agrupamiento de los Pardos clasificado como pardo con carbonato. Para determinar las propiedades físico-químicas del suelo las muestras se evaluaron en el laboratorio de suelos de la Universidad de Las Tunas. El suelo se caracteriza por un bajo contenido de materia orgánica, con un pH ligeramente alcalino, la relación Ca/Mg + K es adecuada, los contenidos de fósforo son bajos y la capacidad de cambio catiónico es media.

Tabla 1. Cationes intercambiables y capacidad de intercambio catiónico

Profundidad	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	K⁺	Na⁺	CIC	Ca/Mg
cm	Cmol(+).Kg⁻¹					
0-20	59,6	4,8	1,66	0,5	68,8	12,4

Durante el periodo de desarrollo del experimento se tuvo en cuenta el comportamiento de las principales variables climáticas que pueden afectar los resultados del comportamiento productivo del cultivo. Los datos fueron tomados de la Estación de Meteorología provincial.

Tabla 3. Comportamiento medio de las variables climáticas

Variables	Enero	Febrero	Marzo
Temperaturas (°C)	29,1	31,4	31,2
Humedad relativa (%)	76	71	70
Precipitaciones (mm)	2.1	3.4	99.5
Evaporación(mm)	163.37	192.89	186.74

Fitotecnia aplicada

La fitotecnia aplicada se realizó según lo establecido por el instructivo técnico del cultivo (MINAG, 2015).

Preparación de suelo: Las labores de preparación de suelo se realizaron por el método tradicional, para lo cual se empleó tracción animal con un arado criollo para surcar.

Siembra: El trasplante se realizó de forma manual.

Riego: Durante el ciclo del cultivo se aplicaron siete riegos en los períodos críticos de demanda hídrica, enmarcados en las etapas de trasplante, prefloración, floración-formación del fruto, con un intervalo de riego de 7 días en dependencia del periodo de lluvia, el método de riego que se empleó fue por aniego.

Fertilización: No se aplicó fertilizante en todo el desarrollo del cultivo.

Control de plantas arvenses: Se realizó con azada según el grado de aparición de arvenses con un espaciamiento de alrededor de 15 días.

Cosecha: se realizó cuando los frutos presentaron el estado de inicio de madurez, a los 71 días después del trasplante.

La estructura del rendimiento se determinó por categorías de acuerdo al calibre, formación, sanidad o presencia de trastornos fisiológicos o parasitarios como daños mecánicos. Para su determinación se empleó las normas técnicas vigentes en el Manual para la producción protegidas de hortalizas (MINAG, 2015) según las siguientes categorías:

Categorías Diámetro ecuatorial: Selecta > 75 mm, Primera 65-74 mm, Segunda 55-64 mm, Tercera < 55 mm.

Diseño experimental y tratamientos

Para el montaje del experimento se empleó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro réplicas, utilizando parcelas con una superficie de 11,2 m² (2,80 m x 4 m) con 4 surcos, tomando los dos centrales (5,6 m²) como área de cálculo. La distancia entre réplicas fue de 1 m las semillas utilizadas se obtuvieron en la Empresa de Semilla con un 98 % de germinación para el análisis se tomaron 10 plantas por parcelas para un total de 40 plantas por tratamiento.

Tratamientos: Daniel, L-43, Vita, Elbita, Campechano, TY-53, Colorado.

Posterior a la cosecha:

- Número de frutos por planta: por conteo visual a los 60 días después del trasplante.
- Peso de los frutos por planta que estaban listo para la cosecha (Lb). Se utilizó una balanza analítica (SARTORIUS, modelo BS 2202S).
- Estimación del rendimiento agrícola (t ha⁻¹): por pesada de la producción total del área de cálculo, extrapolada a una hectárea. Para determinar el rendimiento se tuvo en cuenta los pesos de las cuatro cosechas realizadas durante todo el experimento.

En el momento en que los frutos de la primera maduración estaban de cosecha se realizó la Feria de Diversidad del cultivo, donde de forma participativa se seleccionaron los cultivares de mayor aceptación según el criterio de cada productor.

Luego de la cosecha se seleccionaron los mejores frutos de los siguientes cultivares: Vita, Elbita, Daniel, Colorado; que fueron los seleccionados por el productor según su criterio.

Para la presente campaña se evaluó la calidad de la semilla a través de los siguientes parámetros: peso de 100 semillas, porcentaje de germinación, viabilidad y largo de la raíz.

Método de análisis empleado para evaluar las mediciones

Los datos obtenidos de las diferentes mediciones se procesaron en análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias mediante la prueba de Tukey para el 5% de probabilidad de error, la información fue procesada con el software estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017). Para determinar el análisis de estadística paramétrica se realizó la prueba de homogeneidad de varianza a través del Test de Barttle y se comprobó si los datos se ajustaban a una distribución normal mediante el Test de Shapiro-Wilks.

Resultados y discusión

Selección participativa de los cultivos de mayor aceptación por los productores

La Feria de Agrobiodiversidad del cultivo del tomate fue efectuada en la CCSF “José Rodríguez López”, al considerar que constituyen una alternativa viable y efectiva para evaluar e introducir biodiversidad en los sistemas locales de producción agrícolas, sobre la base de la participación activa de los agricultores como actores principales del proceso.

Participaron 14 productores/as; de ellos un 85,2 % de hombres y solo un 14,8 % de mujeres (Tabla 1). Estos valores expresan las diferencias de género en cuanto a la participación de la mujer en la comunidad y confirman su rol dentro del hogar, más que en las actividades fuera del ambiente doméstico.

Teniendo en cuenta los criterios de selección por sexo se pudo apreciar que los caracteres más importantes para las mujeres fueron la forma, color y sabor de los frutos, sin embargo, en los hombres se destaca además el tamaño de los frutos.

Tabla 1. Criterios de selección de los participantes en la Feria

Criterios de selección	Cantidad (%)		
	Hombres	Mujeres	Total
1. Tamaño del fruto (grandes)	100	50	92.9
2. Forma de los frutos (alargados)	100	91.7	92.9
3. Sabor del fruto (dulce)	100	91.7	92.9
4. Color de los frutos (rojo intenso)	100	83.3	85.7

Los resultados obtenidos reflejan que los criterios de selección de las mujeres son con frecuencia diferentes al de los hombres. Las mujeres realizan la selección en función de las propiedades culinarias de los frutos y rasgos estéticos como el color y la forma, mientras los hombres indican preferencia por el rendimiento y la resistencia a plagas y enfermedades. Además, se aprecia un aumento del interés social de las mujeres por las ferias de Agrobiodiversidad.

Los agricultores para evaluar las variedades tienen en cuenta una diversidad de criterios, que no son considerados en programas convencionales de mejora genética de las plantas, sin que ello signifique que los criterios priorizados, como los rendimientos, sus componentes y la resistencia a plagas y enfermedades no le sean importantes.

La inclusión de los productores en la selección, conservación, multiplicación e intercambio de semillas mejoradas, constituye una contribución a la búsqueda de cultivares con amplia adaptación geográfica, dirigidas a maximizar el rendimiento; la cual se ha visto afectada en Cuba, con una disminución de la producción de semillas mejoradas. En este sentido actualmente las ferias de agrobiodiversidad son la base de una activa participación de los agricultores en la selección de sus propias.

De ahí que con el apoyo del Proyecto de Innovación Agropecuaria Local (PIAL) se creó en esta finca un Centro de Conservación de Semillas de Hortalizas que facilitará la producción, conservación y diseminación de semillas en esta localidad, con semillas mejor adaptadas a las condiciones de clima y suelos del municipio Majibacoa y de preferencia de los productores de la zona.

Los resultados anteriores reafirman la importancia de la selección de los cultivares en las condiciones específicas de las fincas, hecho que solo se logra a través de la experimentación campesina, para conocer los detalles de cada ecosistema.

Componentes del rendimiento

La cantidad de frutos por plantas (Tabla 2) a los 60 DDT se mostró estadísticamente superior en el cultivar TY-53 difiriendo del resto de los tratamientos. Los tratamientos que presentaron las cantidades de frutos estadísticamente inferiores fueron el Elbita, Daniel y Colorado sin diferir del L-43 mientras que los demás tratamientos presentaron resultados intermedios.

El número de frutos por planta es un carácter que está determinado por el número de flores fecundadas y la relación fuente y demanda de nutrientes en las diferentes fases del ciclo de vida de la planta (Sequeira y Alfaro, 2020).

Tabla 2. Componentes del Rendimiento.

Tratamiento	Número de frutos por plantas.	Diámetro (cm) ecuatorial del fruto	Diámetro polar del fruto (cm).	Rendimiento, (t ha ⁻¹)
Dantel	3,73 d	4,90 abc	5,86 ab	13,1 c
L-43	4,13 cd	5,72 a	4,80 c	10,9 d
Vita	7,47 b	5,51 ab	4,70 c	14,0 b
Elbita	2,80 d	4,51 bcd	6,42 a	13,4 c
Campechano	6,60bc	3,69 d	4,70 c	13,9 c
TY-53	10,67 a	4,32 cd	5,37 bc	16,5 a

Colorado	3,87 d	3,76 d	4,67 c	14,1b
<i>EE±</i>	0,64	0,23	0,20	1,47
CV (%)	23,88	11,23	8,42	12.61

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El peso en gramos del fruto es el indicador medible que permite determinar el rendimiento. El cultivar Elbita, con 309.97 (g), fue el de mejor comportamiento. Los mayores diámetros ecuatoriales (Tabla 2) se observaron en los tratamientos Daniel, L-43 y Vita los que difirieron estadísticamente del resto de los cultivares.

Según Molinet- Salas y Lescay-Batista, (2020) el diámetro ecuatorial refleja que la expresión de esta variable depende del cultivar y las exigencias agroecológicas. Los frutos con mayor diámetro polar (Tabla 2) se obtuvieron en los tratamientos Daniel y Elbita, los que difirieron estadísticamente de los demás. Los tratamientos que presentaron frutos con menor diámetro polar fueron L-43, Vita, Campechano y Colorado sin diferir significativamente del TY-53.

Los resultados de este estudio para la variable diámetro polar fueron inferiores a los obtenidos por Palacios y Bermúdez, (2017) quienes encontraron diámetros polares de (7.35 y 7.79 cm) en el cultivar Shanty.

En el rendimiento se observa diferencia entre cultivares, alcanzándose los mayores valores en el TY-53, mientras que el rendimiento más bajo lo mostró la Línea-43, el resto de los tratamientos mostraron valores intermedios en la interacción (Tabla 2).

Moya y otros (2016), en ensayos comparativos de nueve líneas y tres cultivares de tomate en áreas del INCA, obtuvieron que el cultivar Amalia resultó uno de los de mayor rendimiento con 45.0 t ha⁻¹ y la línea 43 mostró un mal comportamiento. Amalia también estuvo entre los cultivares más productivos en experimentos realizados en el municipio Gibara de la provincia de Holguín.

El rendimiento promedio que se obtiene por área no sobrepasa las 12 t ha⁻¹, considerándose como causas principales la carencia de cultivares altamente productivos, la utilización de cultivares no adaptados a las condiciones climáticas y las severas pérdidas de las cosechas por plagas y enfermedades.

La línea 43 al compararla con los resultados obtenidos por ensayos comparativos de nueve líneas y tres cultivares de tomate en el área central del INCA, fueron menores, ya que los mismos obtuvieron 29.2 t ha⁻¹.

Según Molinet- Salas y Lescay-Batista, (2020) El cultivar Vita ha mostrado buena capacidad de adaptación en las condiciones edafoclimáticas del territorio Granmense, pues como se observa que el rendimiento supera los 11,7 t ha⁻¹ inferiores a los obtenidos en esta investigación.

En ensayos comparativos de nueve líneas y tres cultivares de tomate en áreas del INCA, obtuvieron que el cultivar Amalia resultó uno de los de mayor rendimiento con 45.0 t ha⁻¹ y la línea 43 mostró un mal comportamiento. Amalia también estuvo entre los

cultivares más productivos en experimentos realizados en el municipio Gibara de la provincia de Holguín.

INTA (2017) afirma que se puede obtener un rendimiento promedio de 12 a 18 toneladas (12000 a 18000 kg/ha) por hectárea. FAO (2017) sugiere que la producción de tomate en Nicaragua para el año 2016 fue de 14,633.96 kilogramos por hectárea.

La evaluación de los materiales genéticos en diferentes ambientes y la medición de la interacción genotipo-ambiente, da una idea sobre la estabilidad fenotípica de los genotipos ante las fluctuaciones ambientales (Molinet y Batista, 2020).

Los resultados en este trabajo demuestran cómo a pesar de la variabilidad en el clima, la respuesta de un cultivar determinado puede ser positiva ante determinadas condiciones locales imperantes; es por ello que resulta importante la selección de estos por localidad. Por ello en la provincia de Las Tunas con el inicio del fitomejoramiento participativo en Cuba (FP) comenzaron a realizarse las ferias de agrobiodiversidad, que se han sistematizado en el Programa de Innovación Agropecuaria Local (PIAL), donde la selección participativa de cultivares (SPV) ha sido una herramienta que ha contribuido al incremento de la diversidad vegetal en el sector rural local (Lamz y otros, 2021).

A partir de la evaluación participativa de siete cultivares de tomate se seleccionaron de acuerdo a los criterios de los productores de la zona cuatro cultivares (Elbita, Vita, Daniel y Colorado). De estos se obtuvo la semilla, la cual fue conservada por el campesino en su finca a una temperatura entre 4 y 6 °C hasta la próxima campaña, donde se evaluó la calidad de la semilla.

CONCLUSIONES

El mayor rendimiento agrícola lo mostró el cultivar TY-53 por encima de 16 toneladas por hectárea y el menor rendimiento lo mostró la L-43. Los cultivares más seleccionados de forma participativa según el criterio de los productores fueron: Elbita, Vita, Daniel y Colorado. En los parámetros de calidad de la semilla estudiados (porcentaje de germinación, viabilidad y masa de cien semillas) no hubo diferencias entre los cultivares.

REFERENCIAS

COMTRADE (2018). Base de datos de comercio internacional de la División Estadística de la Organización de Naciones Unidas. Recuperado de <https://comtrade.un.org>

Del Pino M. (2018) Curso: Horticultura y Floricultura, Tema: Cultivo de tomate. Argentina: Universidad Nacional de la Plata. Recuperado de <https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/course/view>

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M., Robledo, C. W. (2017). InfoStat, versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Programa Informático.

FAO. 2017. Dirección de Estadísticas: FAOSTAT. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/homes>

- Feria, C. P., y Menéndez, L. E. G. (2017). Evaluación agronómica de tres cultivares y dos líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* mill) en el municipio Majibacoa, provincia las Tunas, Cuba. *Ojeando la Agenda* 3 (50).
- García, M. M. V., y Nieto, A. P. (2019) Transformación y comercialización de hortalizas de productores agrícolas de la región sur del Estado de Guanajuato. *Revista Jóvenes en la Ciencia*, 2(1): 1465-1470. México. ISSN: 2395-9797.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). (2017). Manejo integrado de plagas. Cultivo de tomate: Guía MIP. Folleto de divulgación. Departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MIP%20tomate>
- Lamz-Piedra, A., Leyva-Martínez, R. M., Ortiz-Pérez, R., Cárdenas-Travieso, R. M., & Gil-Díaz, V. D. (2021). 'Odile' nuevo cultivar de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), rendimiento, adaptabilidad entre épocas y aceptabilidad campesina. *Cultivos Tropicales* 42(3).
- MINAG (2015). Lista Oficial de Variedades Comerciales 2015. La Habana, Cuba, pp. 63.
- Molinet-Salas, D., y Lescay-Batista, E. (2020). Evaluación morfoagronómica de cultivares cubanos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la provincia de Granma. *Cultivos Tropicales*, 41(3).
- Moya-López, C. C., Orozco-Crespo, E., y Mesa-Fleitas, M. E. (2016). Ferias de agrobiodiversidad cubanas: vía para la selección de variedades de tomate. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2).
- ONEI. Oficina Nacional de Estadística e Información. (2020). Sector Agropecuario Indicadores Seleccionados Enero-Diciembre 2019. ONEI.13 p. <http://www.directoriocubano.info/cuba/cuba-agricultura-ganaderia-silviculturaypesca-onei-2019>
- Palacio Díaz, Rosa Adilia, Bermúdez López y Joel Alexander (2017). Evaluación del rendimiento en el cultivo de tomate Cv. Shanty en dos sustratos y dos ambientes Centro Experimental Las Mercedes (2016). Tesis. UNA. Managua, Nicaragua.
- Sequeira Rugama, A. M., y Alfaro Díaz, B. (2020). *Rendimiento de frutos de seis cultivares de tomate (Solanum Lycopersicum L.) en condiciones de casa malla, Centro de Validación Tecnológica (CEVT) Finca Las Mercedes, UNA 2016* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Van Rijswijk C (2018). World Vegetable Map (2018): More than Just a Local Affair. RabobankAnnal

CONVERSIÓN AGROECOLÓGICA. CASO FINCA LA MONTAÑA DEL MUNICIPIO LAS TUNAS

AGROECOLOGICAL CONVERSION. CASE: LA MONTAÑA FARM IN THE MUNICIPALITY OF LAS TUNAS

Oscar Carmenate Figueredo, oscarcf@ult.edu.cu

Carlos Pupo Feria, cpupo@ult.edu.cu

Gladia Gonzales Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

Raquel María Ruz Reyes, raquel@ult.edu.cu

Yoemis Vázquez Perdomo, yoemisvp@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la finca "La Montaña" perteneciente a la cooperativa de crédito y servicios (CCS) Josué País García, del municipio Las Tunas, con el objetivo de proponer la implementación de acciones sobre bases sostenibles que permitan gradualmente la reconversión agroecológica de la finca. El trabajo aunado de hombres y mujeres, contribuyó de manera decisiva en la transformación de este predio, con lo cual se logran resultados productivos sobresalientes. Para la recolección de la información se utilizó el método de encuestas semi-estructuradas, entrevistas con los productores, observación participante, la asesoría de prestigiosas instituciones y centros de investigaciones ha sido útil para que los campesinos adquieran los conocimientos necesarios e implementarlos como base para diversificar las producciones fundamentalmente basada en la obtención de leche vacuna, ceba de toros, ceba ovina, diferentes especies de aves y producción de viandas, granos, hortalizas y frutales con el empleo de técnicas agroecológicas del uso de diferentes tecnologías para incrementar los rendimientos tanto de cultivos como producción animal. Se elaboró un plan acción en el que se tuvo en cuenta las acciones que se ejecutan sobre esta base y las deficiencias detectadas para lograr la reconversión agroecológica de la finca el cual será enriquecido continuamente, en dependencia del desarrollo de las acciones que se proponen. Trabajar en la introducción de tecnologías que permita ampliar las producciones agrícolas, así como elevar la calidad de vida de los cooperativistas y sus familias.

PALABRAS CLAVES: Acciones, diversificación, propuestas, producción, sostenibles.

ABSTRACT

The research was carried out on the "La Montaña" farm belonging to the Josué País García Credit and Service Cooperative (CCS), in the municipality of Las Tunas, with the objective of proposing the implementation of actions on a sustainable basis that will gradually allow the agroecological reconversion of the farm. The combined work of men and women contributed decisively to the transformation of this farm, achieving outstanding productive results. For the collection of information, we used the method of semi-structured surveys, interviews with producers, participant observation, the advice of prestigious institutions and research centers has been useful for farmers to acquire the necessary knowledge and implement them as a basis for diversifying production,

mainly based on the production of cow's milk, bull fattening, sheep fattening, different species of poultry and production of viands, grains, vegetables and fruit trees with the use of agroecological techniques and the use of different technologies to increase yields of both crops and animal production. An action plan was drawn up, taking into account the actions that are being carried out on this basis and the deficiencies detected to achieve the agroecological reconversion of the farm, which will be continuously enriched, depending on the development of the proposed actions. Work on the introduction of technologies to expand agricultural production and improve the quality of life of the cooperative members and their families.

KEY WORDS: Actions, diversification, proposals, production, sustainable.

INTRODUCCIÓN

El modelo de agricultura actual, enriquecido y promovido por la Revolución Verde, no parece resolverá la crisis alimentaria mundial; el marcado deterioro ambiental como consecuencia de la agricultura moderna es innumerable, unido a ello, los efectos del cambio climático y todas las consecuencias que trae consigo la degradación y compactación de los suelos, erosión y salinidad, menor ocurrencia de precipitaciones e inundaciones en algunas regiones del mundo, incremento de la temperatura media anual, entre otros. (Torres y Mogollón, 2015).

Ramos (2016), señala que en los últimos 40 años se profundizó un tipo de agricultura dependiente de insumos químicos e intensivos, en capital económico que, lejos de solucionar el hambre en el mundo, sumó más problemas: decayó la calidad de los suelos, contaminó cursos de agua, causó grandes pérdidas de biodiversidad, incrementó la pobreza rural, elevó los costos de producción, por último, resultó incapaz de resistir los efectos del cambio climático.

La problemática de la producción y consumo de alimentos, al igual que en el mundo es objeto de reflexión para el caso de Cuba, la baja productividad del sector agropecuario en la economía cubana, entre otros, son elementos que sugieren transformaciones en el modelo de producción agropecuaria del país. Durante años, el sector agropecuario cubano se ha mantenido bajo la sombra de los sistemas productivos convencionales, simplificados y dependientes de insumos externos, caracterizados por el monocultivo, la degradación de los suelos, la pérdida de la biodiversidad y la aparición de brotes masivos de plagas (Casimiro, 2016).

Cuba realiza esfuerzos notables para contrarrestar los problemas generados por la agricultura convencional. Para ello se trabaja en el rediseño de esos sistemas hacia otros de carácter agroecológico, con la diversificación productiva y la integración de sus componentes, en los que predomine la producción agropecuaria ambientalmente sana, sostenible desde el punto de vista ecológico, viable en lo económico y socialmente justa (Lezcano y otros, 2021). El objetivo de este trabajo es proponer la implementación de acciones sobre bases sostenibles que permitan gradualmente la reconversión agroecológica de la finca La Montaña del municipio de Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el período de enero de 2022 a noviembre de 2022, para ello se hizo necesario el análisis de dos períodos de tiempo dividido en dos etapas

I Etapa o período, inicios de la producción agropecuaria sin la intervención de instituciones y centros de investigaciones y extensionistas o investigadores (2008-2011), II Etapa o periodo participación de instituciones y centros de investigaciones (2012-2022) han participado a través de diferentes formas de capacitación investigadores de la Universidad de Las Tunas, Instituto de Ciencia Animal (ICA), Estación territorial de pastos y forrajes de Las Tunas, Asociación de técnico agrícolas y forestal (ACTAF), Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA), Laboratorio provincial de sanidad vegetal, vinculada a diferentes proyectos tanto nacionales como internacionales.

Se utilizaron varios métodos y técnicas para el diagnóstico en la finca, primeramente se realizó un conversatorio con los propietarios para conocer algunas características de manera general de las áreas objeto de estudio descritas por los campesinos, luego se procedió a la observación de casi la totalidad de las áreas del predio para corroborar lo expresado en la charla inicial con los productores para ello fue necesario disponer de varios momentos para poder realizar el recorrido se decidió dividirlo por subsistemas para facilitar el trabajo a pesar de cada uno de ellos no funciona de manera aislada e interactúan uno con el otro, luego se procedió a realizar la revisión de los registros de producción anuales en manos de sus propietarios tanto para la parte agrícola como pecuario.

Además, se realizaron varias entrevistas, una de las principales técnicas aplicadas, básicamente a los propietarios de la finca y directivos de la cooperativa a la que pertenecen. Se aplicó una encuesta, donde se analizaron indicadores del desempeño productivo, reproductivo, de manejo, estructural y sociales. Además, se identificaron algunas prácticas agroecológicas empleadas para la mejora de la nutrición del suelo, manejo de plagas y la fertilización, etc.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la finca "La montaña"

La finca posee un área total 40,2 ha para el pastoreo 32,0 ha donde se maneja el ganado bovino y ovino, cuentan con 3 ha sembradas de caña y 2,0 ha de frutales. Además, cuenta con 1,5 ha. Donde se ubican las instalaciones dedicadas a los animales y las viviendas de los productores.

Como bien se planteó, la totalidad de la finca estaba cubierta de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wight y Arn), situación que provocó que las primeras acciones estuvieran encaminadas al desbroce que se inició con medios elementales (machete, lima, hachas, etc.) debido a la carencia de créditos que facilitarían la ejecución de esta labor.

A partir de la obtención de créditos bancarios, la transformación de la finca fue más intensa ya que, con esos recursos, los productores invirtieron en la compra de alambre de púas para el cercado perimetral y el marcado de las áreas de pastizales y de nuevos insumos, tales como: machetes, lima, guantes, ropa y calzado de trabajo y a la compra de animales, fundamentalmente bovinos y ovinos.

En este sentido Tejeda y Cué (2012) plantean que,

"El Estado Cubano, acorde con la política trazada de priorizar la producción de alimentos y garantizar un correcto funcionamiento de las finanzas internas, en noviembre de 2011,

emitió el Decreto Ley No 289 sobre los créditos a las personas naturales y otros servicios bancarios, como continuación de la política económica y social que aplica el país. Este decreto se considera una ampliación de la política crediticia, ya que se incorporan nuevos sujetos de crédito y se amplían las prerrogativas a las personas naturales, incluidos los agricultores y los usufructuarios”.

Se puede evidenciar en esta caracterización que el grado de tecnificación de esta finca es bajo pues en sus inicios no disponían algunos bienes materiales para intensificar la producción agropecuaria aspectos que serán descritos en mayor detalles en próximos acápite lo antes mencionado en relación a la caracterización se coincide con Lezcano y otros (2021), quienes plantean que se constató que la finca no era altamente tecnificada, pues solo posee un sistema de riego, cercado perimetral, como bienes materiales de apoyo a la producción agregaron además que La caracterización de la finca permitió conocer otras limitaciones: baja disponibilidad de pastos, escasa presencia de especies de leguminosas herbáceas en asociación con pastos cultivados, deficiente empleo de alimentos conservados y poca integración de la ganadería con la agricultura en el sistema.

Contexto social y comercial de la finca “La Montaña”

La mano de obra es preferentemente familiar lo que coincide con los reportes de Lao (2015) que señaló ese aspecto como un factor importante en los sistemas de producción. Otros elementos del contexto social demostraron que la mayor parte de los productores se dedican a tiempo completos a la atención de la finca, tienen conformidad con los precios de ventas y solo uno vive alejado de la finca por lo que es importante señalar las condiciones favorables que existen en la finca desde el punto de vista social para la producción agropecuaria.

En cuanto al contexto social y comercial se pudo constatar que los productores están afiliados a la cooperativa. Del mismo modo no existió la participación de intermediario en la comercialización de la producción agropecuaria. Según Nuncio y otros (2001), en este asunto es necesario realizar estudios de cadenas productivas para determinar la conveniencia o no de terceros en los procesos de comercialización, factor que fue catalogado como perjudicial para la economía de los productores.

En este sentido Tejeda y Cué (2016), plantean que el Estado cubano, acorde con la política trazada de priorizar la producción de alimentos y garantizar un correcto funcionamiento de las finanzas internas, en noviembre de 2011 emitió el Decreto Ley No 289 sobre los créditos a las personas naturales y otros servicios bancarios, como continuación de la política económica y social que aplica el país. Este decreto se considera una ampliación de la política crediticia, ya que se incorporan nuevos sujetos de crédito y se amplían las prerrogativas a las personas naturales, incluidos los agricultores y los usufructuarios. Se coincide con estos autores ya que en este sentido se accedió a este tipo de ayuda, situación que pudiera estar relacionada con el grado de intensificación que se reportó anteriormente.

Para un mejor análisis de los resultados de varios años de trabajo, se decidió realizar el estudio de las áreas de la finca por subsistemas para una mejor comprensión.

Subsistema frutal y forestal

La finca, en su proceso de transformación, posee dos hectáreas de frutales; se ha diversificado en este sentido, entre las que se destacan especies las cuales se muestran en la tabla 2

Tabla 1 Especies de frutales

Nombre vulgar	Nombre Científico
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
Níspero	<i>Manilkara huberi</i>
Canistel	<i>Pouteria campechiana</i>
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Ciruelaraja	<i>Spondias purpurea L</i>
Ciruela amarilla	<i>Spondiaslutea</i>
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
Guanábana	<i>Annona muricata</i>
Frutabomba	<i>Carica papaya</i>
Naranja agria y dulce	Citrus sp.
Plátano fruta	Musa sp.
Piña	<i>Ananas comosus</i>
Coco	<i>Cocus nucifera</i>
Aguacate	<i>Persea americana</i>

Especies de plantas frutales introducidas en la finca

Todas las especies de frutales y plantas melíferas mencionadas se han introducido en la finca.

Cuentan, además, con variedades de plantas forestales y melíferas en las que se manejan los bovinos y ovinos de las que se pueden mencionar: se demuestra en la siguiente tabla 2

Tabla 2 Plantas forestales y de cercas vivas

Nombre vulgar	Nombre Científico
Guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Piñón florido o júpito	<i>Gliricidium sepium</i>
Tilo	<i>Moringa oleifera</i>
Algarrobo cubano	
Piñón botija	<i>Jatropha curca</i>

Las especies de plantas forestales, que se mencionan, se encontraban en la finca, estaban en medio de las áreas cubiertas de marabú; los productores, en su intensa labor, al liberar las áreas que estaban invadidas con esta leguminosa, decidieron no talar los árboles maderables; muchos de ellos sirven de alimentos para los animales, fundamentalmente los bovinos y ovinos en pastoreo.

Cada una de estas especies de árboles tanto frutales como forestales mejoran el entorno de la finca en relación a las interacciones que se dan con diferentes organismos ayuda a la captura de carbono, a la mitigación del cambio climático y sirve de refugio a varias especies de aves en tal sentido se coincide con Lezcano y otros (2021) quienes refieren que las plantas de árboles frutales y otras especies, tienen como bondad de mitigan el cambio climático y albergan organismos que constituyen fuente de alimento alternativo y refugio para los ácaros depredadores y parasitoides, en condiciones que resultan beneficiosas de acuerdo también a lo expresado por Hernández-Triana y otros (2019).

El papel que han desempeñado los investigadores ha estado encaminado en lograr a través de los intercambios continuos y capacitaciones que los productores adquirieran los conocimientos necesarios para lograr una adecuada biodiversidad tanto de plantas frutales como maderables que a la vez algunas de ellas sirven para alimentar a las abejas y estabilizar la producción de miel estos insectos además de su producto altamente cotizado en el mercado reportan beneficios para otros cultivos pues ayudan a la polinización en este sentido se concuerda con estudios realizados en la provincia de matanza en tal sentido refieren Lezcano y otros (2021) la presencia de *Apis mellifera*, abejas que cumplen la función de polinizar los cultivos.

Una parte de las plantas introducidas provienen del laboratorio de biotecnología vegetal que funciona en la Universidad de Las Tunas y su posterior climatización en una fase para este fin, por gestiones con los directivos de la facultad de Ciencias agrícolas en ese momento se asignan a los productores diferentes rubros fundamentalmente frutales, algunos de ellos ya injertados, en cuanto al uso de esta técnica se le dieron capacitaciones a los productores que mostraron interés en la actividad en este caso los más jóvenes los cuales lograron utilizarla para realizar varios injertos fundamentalmente en el cultivo del aguacate.

Se le entregaron diferentes instructivos de cómo proceder para la siembra de los frutales, así como los cuidados de los mismos relacionados con la fertilización en este caso orgánica de estiércol de las especies de animales fundamentalmente ovinos y bovinos, ha sido útil la información en cuanto a las podas para mantener las producciones para hacer mayor énfasis en el cultivo de la guayaba.

Subsistema agrícola

Se pudo constatar que antes de la intervención de los investigadores, las producciones agrícolas en la finca eran insipientes, pues solo se contaban con áreas dedicadas al pastoreo de animales y el área de autoconsumo era pequeña con pocos cultivos. A partir de la II etapa las producciones se han diversificado con varios cultivos como: se demuestra en la tabla 4

Tabla 4 Cultivos diversificados

Nombre vulgar	Nombre Científico
Melón	<i>Cucumissativus</i>
Frijol	<i>Phasuolus vulgaris</i>
Maíz	<i>Zea mays</i>
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>
Calabaza	<i>Cucurbitamoschata</i>
Boniato	<i>Ipomoea batatas</i>
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>
Plátano fruta	<i>Musa spp</i>
Sorgo	<i>Sorgo Vicolor</i>
Soya	<i>Glycine max</i>
Caña de azúcar	<i>Sacharum spp</i>

Algunas de estas plantaciones para la alimentación de los animales y otras para el autoabastecido y entrega a la cooperativa cumplen el plan de entrega. De estas producciones, también se benefician familiares y campesinos cercanos. A partir de los dividendos, se obtienen recursos para suplir otras necesidades básicas como la compra de ropa, aseo personal, enseres menores, equipos de efectos electrodomésticos, etc.

Los restos de las producciones de algunos frutales, fundamentalmente de guayaba (*Psidium guajava*), son aprovechados por los animales de corral, gallinas rústicas y cerdos.

Estas acciones y otras que se describen en el trabajo han propiciado estabilidad y sostenibilidad económica a la finca, mediante una producción diversificada que contribuye a sustituir importaciones e incrementar la soberanía alimentaria. En términos productivos, se logran incrementos en todos los rubros y positivos costos por pesos.

Aprovechamiento de los restos de cosechas

Los restos de cosechas son aprovechables, todos los residuos: como el tallo de yuca y hojas, bejucos de boniato, plantas de maíz, rastrojos de frijoles; es utilizada, una parte en la alimentación animal y otra es incorporada al suelo pues la dejan en el campo, tal es el caso de los residuos de varios cultivos como lo es el fríjol, la soya, maní entre otros.

Manejo de los animales

En la actualidad, aproximadamente 30 ha. Están dedicadas para el pastoreo del ganado bovino y ovino con el sistema de explotación semiextensivo.

En el período poco lluvioso, se les suministra caña de azúcar molida y otros forrajes de plantas proteicas para la alimentación a los animales como suplemento y así se evita el sobrepastoreo en las áreas de pastos. Además, se cuenta con un 20 % del área de los potreros, en sus cercas perimetrales, de varias especies de plantas como cercas vivas que han servido para la alimentación de los bovinos y ovinos en este período crítico. Las especies de postes vivos que tienen son piñón florido y moringa, lo cual se corresponde con investigaciones previas desarrolladas por en el municipio Las Tunas por Salmón y otros (2012).

Se han realizado varias ventas de animales, fundamentalmente de bovinos, con los cuales han cumplido los planes de entrega y el dinero obtenido lo han invertido en la finca, en la compra de más animales, especialmente bovinos y ovinos, además de la compra de semillas de granos, hortalizas y otras de frutales para ampliar las áreas productivas.

En la finca se han introducido, además, otras especies de animales domésticos como gallinas de ceba, guineas y guanajos.

Prácticas agroecológicas empleadas

En la finca se aprovechan los residuos orgánicos para la fertilización de los cultivos, a partir de la recolección del estiércol vacuno en sus propias instalaciones, empleado para la fertilización de los pastizales y cultivos, como muestra del reciclaje de nutrientes.

Funes-Monzote y Monzote (2002) plantean que,

"existen dos tendencias para dar respuesta a la pregunta de dónde sacar la materia orgánica: una es, importándola de otro sistema, como se hace generalmente en la obtención de productos orgánicos para el mercado y otra, producirlo en la propia finca. Plantean los autores que no hacemos nada si, para mantener una producción orgánica en un sistema, extraemos la materia orgánica de otro para empobrecerlo. Además, nos enseña que para resolver esta problemática debemos producir el abono en la propia finca, donde se logra reciclar los nutrientes y, a la vez, mantener la fertilidad del suelo con un buen manejo de este".

En este sistema agrícola, se diversifican las producciones con mezclas de variedades y policultivos, se seleccionan variedades de cultivos tolerantes a las condiciones edafoclimática, se hacen drenajes en las zonas que así lo requieran para evitar encharcamiento, barreras vivas y muertas (de piedras y madera) para evitar la erosión, cultivos de coberturas con la utilización oportuna de abonos verdes, se utiliza con este fin la *Canavalia ensiforme*. Todas estas acciones sirven para incrementar la biodiversidad, conservar los recursos naturales, estabilizar los rendimientos sin agroquímicos, prestar servicios ecológicos y entregar lecciones notables de resiliencia frente al continuo cambio ambiental y económico.

El trabajo aporta, desde el punto de vista práctico, el rescate y el impulso del desarrollo económico sostenible en la finca "La Montaña", se generan conocimientos y desarrollo de habilidades en el manejo de las especies de ganado bovino y ovino fundamentalmente.

Se propone un plan de acciones para lograr la reconversión agroecológica de la finca, con énfasis en la capacitación y formación de los productores y la promoción de la calidad de vida de los mismos.

Desde la intervención de los investigadores en la finca y las capacitaciones realizadas en diversas temáticas, los productores han sido seleccionados como mejores productores de la cooperativa. La obtención de varios reconocimientos en chequeos de emulación, la selección de finca agroecológica ha posibilitado la participación en diferentes forúms, a nivel de base y provincial, con resultados destacados.

Propuesta para acelerar el proceso de reconversión agroecológica de la finca "La montaña"

- Confeccionar un croquis de las áreas de la finca para una mejor planificación y ejecución de los procesos productivos y la toma de decisiones.
- Fomentar la asociación de leguminosas y gramíneas para lograr una mayor diversificación en la finca y favorecer la alimentación animal a través del fomento de los Sistemas Silvopastoriles; se propone la Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y la yerba de guinea (*Megathyrsus maximus*).
- Aprovechar, por sus buenas propiedades, el estiércol ovino para la fertilización de los cultivos y de los pastizales.
- Implementar el uso de barreras muertas y vivas para disminuir la erosión hídrica de los suelos.
- Introducir otras especies forrajeras para favorecer la alimentación animal. Entre las que se pueden mencionar Morera (*Morus alba*), Titonia (*Titonia diversifolia*), etc. e incrementar las áreas de las especies que existen en la finca.
- Fomentar un área dedicada a la producción de plántulas de especies forrajeras, forestales y ornamentales.
- Utilizar desechos de cosecha, como el bejuco de boniato, hojas y tallos de yuca para la alimentación del ganado bovino y ovino o incorporarlo al suelo.

- Hacer un mejor aprovechamiento de frutales que no puedan comercializarse en la producción de conservas.
- Continuar con la capacitación a los productores en temas agroecológicos.
- Emplear métodos que ayuden a conservar y mejorar la fertilidad del suelo como cultivos de cobertura, la biofertilización con micorrizas y bacterias y uso de abonos verdes.
- Fomentar un área dedicada a la producción de humus de lombriz y así hacer un mejor aprovechamiento de los residuos de la finca.
- Aumentar la diversidad de plantas de pastos y forrajes, la asociación de cultivos y cultivos intercalados.
- En la medida de lo posible, continuar con el cercado de los potreros hasta lograr una correcta subdivisión y, de esta forma, establecer un sistema de pastoreo rotacional adecuado para hacer un mejor aprovechamiento de los pastos y, a la vez, lograr un mejor reciclado de nutrientes.
- Incrementar el uso de biopreparados para el manejo de plagas. Por ejemplo, la tabaquina, el árbol del Nim, etc. así como de otros que se producen en los CREE de la provincia.
- Realizar una valoración económica para ver la factibilidad de la implementación de un Biogás en áreas de la finca.
- Ampliar las áreas de forrajes con otras especies que pueden ser CT-169 y OM-22 (*Cenchrus purpureus*).

En la finca, se ha iniciado un proceso de transición agroecológica con la sustitución de insumos externos y la aplicación de tecnologías y prácticas agroecológicas. Sin embargo, esto aún es insuficiente, se requiere rediseñar los agroecosistemas de manera que se fomenten más la integración y las interacciones entre los diferentes componentes. De ahí la importancia de que se ejecute el plan de acciones, propuesto para acelerar la reconversión ecológica de la finca "La Montaña" en la provincia de Las Tunas, Cuba.

CONCLUSIONES

Existen en la finca "La Montaña" producciones estables de diferentes cultivos con lo cual se logra su diversificación, tanto para el consumo humano como para los animales.

En la finca "La Montaña" se aplican técnicas agroecológicas fundamentadas en la protección de los suelos con varias medidas conservacionistas y se mantienen las áreas de cultivos ocupadas con rotaciones apropiadas.

Se propone un plan acción para lograr la reconversión agroecológica de la finca, el cual será enriquecido de forma continua, en dependencia del desarrollo de las acciones que se proponen.

REFERENCIAS

- Casimiro, R. L. (2016). Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*, 39(3), 81-91. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942016000300001&
- Funes-Monzote, F. y Monzote, M. (2002). The Cuban experience in integrated crop livestock-tree farming. *LEISA-LEUSDEN*, 18, 20-21. Recuperado de <https://www.ileia.org/2/18-1/20-21.PDF>
- Funes-Monzote, F. R., Monzote, M., van Bruggen, A., y Eladio, J. (2004). Indicadores agroecológicos para la clasificación de sistemas de producción integrados y especializados. In *Proceedings II Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica (SIGA 2004), Cuba* (pp. 123-124).
- Lao, A. M. (2015). *Estudio de conservación de la cabra criolla cubana en la sub-cuenca Cautillo del Valle del Cauto*. La Habana: Editorial Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov.
- Lezcano, F. J. C., Miranda, T. T., Oropesa, C. K., Alonso, A. O., Mendoza, B. I., y León, H. R. (2021). Caracterización de la situación agroproductiva de una finca campesina en Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 44. Artículo e29. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100029
- Nuncio, O. G., Nahed, T. J., Díaz, H. B., Escobedo, A. F., y Salvatierra, I. E. B. (2001). Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia*, 35(4), 469-477.
- Ramos, R. (2016). Agroecología, paradigma para resistir el cambio climático. En *La Estrella de Panamá*. Recuperado de <https://laestrella.com.pa/panama/politica/agroecologia-paradigma-para-resistir-cambio-climatico/23937337>
- Salmón, Y., Funes Monzote, F. R., y Martín, O. (2012). Evaluación de los componentes de la biodiversidad en la finca agroecológica «Las Palmitas» del municipio Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 35(3). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000300008
- Tejeda, M. y Cué, L. (2016). Evolución del crédito al sector cooperativo y campesino. *BCC. Revista del Banco Central de Cuba*, (3). Recuperado de <http://www.bc.gob.cu/antiores/RevistaBCC/2012/Revista%20del%20BCC%20N%203/credito%20cooperativo%20y%20campesino.html>
- Torres, D., y Mogollón, J. P. (2015). Uso de acondicionadores orgánicos y biopolímeros para biorremediación de suelos salinos-sódicos de la llanura de Coro, Falcón, Venezuela. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 33, 36-45. Recuperado de <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/index.php/ruct/article/view/244>

EFFECTO DE BIOPRODUCTOS EN LA PRODUCCIÓN DE *SOLANUM LYCOPERSICUM*, L. EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS

EFFECT OF BIOPRODUCTS IN THE PRODUCTION OF *SOLANUM LYCOPERSICUM*, L. IN THE MUNICIPALITY OF LAS TUNAS

Carlos Pupo Feria, cpupo@ult.edu.cu

Glada González Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

Vener Pérez Lemes, venerpl@ult.edu.cu

Oscar Carmenate Figueredo, oscarcf@ult.edu.cu

Narciso A. Cruz Molina, narcisoa@ult.edu.cu

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la finca "La Mulata" de la CCS 35 Aniversario en el municipio Las Tunas, con el objetivo de evaluar la influencia de la aplicación simple y combinada de cuatro bioproductos en variables morfológicas y del rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) cultivar Vyta. Se utilizó un diseño experimental de bloques al zar con diez tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: control, inoculación de la semilla con EcoMic®, la combinación de EcoMic®+ tres dosis de Quitosano (0,5; 1,0 y 1,5 L ha⁻¹), la aspersion de Quitosano a las tres dosis mencionadas y la aplicación de Lixiviado de humus de lombriz independiente y combinado con las micorrizas. Se evaluaron las variables: altura de las plantas (cm), número de frutos por planta, estimación del rendimiento agrícola (t ha⁻¹). Los datos correspondientes a las mediciones biológicas fueron sometidos al análisis de varianza de clasificación doble y las medias se compararon con el empleo de Tukey. Los análisis estadísticos se realizaron con el empleo del paquete InfoStat versión 2020. De manera general, los tratamientos que mostraron mayor efecto en las variables morfológicas y del rendimiento del tomate fueron la aspersion de Quitosano (1 L ha⁻¹) y EcoMic®+Quitosano (0,5 L ha⁻¹).

PALABRAS CLAVES: Bioestimulantes, quitosano, lixiviado de humus de lombriz, micorrizas, tomate, rendimiento.

ABSTRACT

The experiment was carried out at the "La Mulata" farm of the CCS 35th Anniversary in the municipality of Las Tunas, with the objective of evaluating the influence of the simple and combined application of four bioproducts on morphological variables and yield of tomato (*Solanum lycopersicum*, L.) cultivar Vyta. An experimental block design with ten treatments and three replicates was used. The treatments were: control, inoculation of the seed with EcoMic®, the combination of EcoMic®+ three doses of chitosan (0.5, 1.0 and 1.5 L ha⁻¹), the spraying of chitosan at the three mentioned doses and the application of leached earthworm humus independently and combined with mycorrhizae. The following variables were evaluated: plant height (cm), number of fruits per plant, estimated agricultural yield (t ha⁻¹). The data corresponding to the biological measurements were subjected to a two-way analysis of variance and the means were compared using Tukey. Statistical analyses were performed using the InfoStat package

version 2020. In general, the treatments that showed the greatest effect on morphological variables and tomato yield were Chitosan spray (1 L ha⁻¹) and EcoMic®+Chitosan (0.5 L ha⁻¹).

KEY WORDS: Biostimulants, chitosan, worm humus leachate, mycorrhizae, tomato, yield.

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola enfrenta actualmente desafíos importantes para aumentar la productividad y alimentar a la población mundial en crecimiento e incrementar la eficiencia en el uso de los recursos naturales adaptarse a los nuevos patrones climáticos y hacer una contribución positiva al medio ambiente y la sociedad. Es por ello que emerge la necesidad de desarrollar una actividad agrícola, que conjugue la protección del medio ambiente, la equidad social y la viabilidad económica, en suma, una agricultura sustentable (Hernández y otros, 2021).

El cultivo de hortalizas, y en particular la de tomate (*Solanum lycopersicum*, L.), no está ajena a esta situación. El tomate es comercialmente importante en todo el mundo tanto por su consumo en fresco como procesado para la industria. Hoy en día existen multitud de cultivares, cultivadas durante todo el año y con frutos de distintos tamaños, formas y colores. Es un alimento sano, rico en fibra y bajo en calorías, que aporta vitaminas y minerales. Sin embargo, una de sus cualidades más importantes es su poder antioxidante ya que posee una sustancia, el licopeno, que junto con otros compuestos reduce el riesgo de contraer cáncer entre otros efectos (Allende y otros, 2022). Es la hortaliza más consumida en el mundo, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio.

Es necesario enfatizar que para lograr el incremento de las producciones de tomate se hace necesario emplear sustancias químicas como plaguicidas y fertilizantes (Rouphael y Colla, 2020). El exceso de estos productos puede provocar daños a la salud humana (Castro, 2021), lo que ha motivado que a escala internacional se haya generado un movimiento tendiente a disminuir el consumo de los mismos e incrementar el uso de los recursos naturales disponibles en los agroecosistemas. Entre ellos destacan los bioestimulantes que son productos derivados de materiales orgánicos que contienen sustancias bioactivas y/o microorganismos capaces de mejorar el desarrollo de los cultivos (Rodríguez y otros, 2021).

Entre estos productos se destacan *EcoMic*®, nombre comercial del producto obtenido a partir de cepas eficientes de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA). El quitosano es uno de los polímeros más abundantes de la naturaleza. Se obtiene a partir de un proceso de desacetilización de la quitina, un polisacárido, elemental en la formación de los exoesqueletos de crustáceos, insectos y paredes hongos y el lixiviado de lóbricompost que constituye un producto que actúa como bioestimulante. Los lixiviados (son el resultado de la degradación de la materia orgánica que forma un fertilizante líquido) que aplicado sobre las plantas puede estimular su crecimiento (Burbano, 2019).

Basados en las consideraciones anteriores y en los resultados positivos obtenidos en investigaciones realizadas en los últimos años con la aplicación de bioestimulantes en hortalizas (Amador y otros, 2022), así como la necesidad de la determinación de la influencia de los bioproductos en el crecimiento, productividad y calidad de cultivos y en

particular en el cultivo del tomate se planteó como objetivo evaluar la influencia de la aplicación simple y combinada de cuatro bioproductos en variables morfológicas y del rendimiento del cultivo del tomate, en áreas de la CCS 35 Aniversario del municipio Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento en condiciones de campo en áreas de la Finca "La Mulata" de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) "35 Aniversario" en el municipio Las Tunas, en un suelo Pardo sin carbonato típico. Para la determinación de algunas características químicas del suelo (Tabla 1) se realizaron cinco minicalicatas y se tomaron muestras hasta una profundidad de 30 cm las que se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Técnicas y Agropecuarias de la Universidad de Las Tunas.

Tabla 1. Características químicas del suelo

Profundidad Cm	pH (KCl)	P ₂ O ₅ (ppm)	MO (%)
0-15	8,17	30	3,22
16-30	8,01	28	2,19

La información sobre el comportamiento de las variables climáticas imperantes en el periodo experimental (Tabla 2) fue proporcionada por el Centro Provincial de Meteorología de Las Tunas, perteneciente al Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba (Insmet, 2022).

Tabla 2. Comportamiento de las principales variables climáticas

Meses	Temperatura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Enero	23,6	71,6	2,7
Febrero	24,2	74	55,8
Marzo	25,1	71,3	64,6
Abril	25,1	73,6	202,5
Mayo	25,8	79	223,1

El experimento se montó con un diseño experimental en bloques al azar con diez tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron: control, inoculación de la semilla con EcoMic®, la combinación de EcoMic®+ tres dosis de Quitosano (0,5; 1,0 y 1,5 L ha⁻¹), la aspersión de Quitosano a las tres dosis mencionadas y la aplicación de Lixiviado de humus de lombriz independiente y combinado con las micorrizas.

Las labores fitotécnicas, excepto la fertilización, se realizaron según la Guía técnica para la producción del cultivo del tomate. El riego se realizó con el empleo de un sistema por aspersión. Para la detección de agentes causales de plaga se realizaron muestreos semanales con el empleo de las metodologías de señalización y pronóstico del Centro Nacional de Sanidad Vegetal.

El trasplante se efectuó el 25 de febrero de 2022. Se utilizó el cultivar de tomate Vyta mejorado. La semilla fue proporcionada por la Empresa Provincial de Semillas de Las Tunas la cual certificó su calidad. Cada tratamiento se plantó a una distancia de plantación de 0,50 m x 0,25 m. Para las mediciones biológicas se tomaron un total de 10 plantas por tratamiento de los dos surcos del centro de los canteros.

La cepa de EcoMic® (*Glomus cubense*) empleada provino del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca) con una concentración de 20 esporas g⁻¹. Las raíces de las plántulas se cubrieron del producto en forma de mezcla en el momento del trasplante y tuvo una proporción inóculo/agua de 2:1 (Inca, 2007).

Las aspersiones de Quitosano se realizaron de forma foliar, con dosis de 0,5 L ha⁻¹, 1,0 L ha⁻¹ y 1,5 L ha⁻¹. El Lixiviado de humus de lombriz también se aplicó en aspersiones foliares con una dosis de 1,25 L ha⁻¹. La primera aplicación se realizó a los 7 días después del trasplante y las otras a los 22 y 38 días. Todas las aplicaciones se realizaron con el empleo de una mochila Matabi de 16 L.

La cosecha se inició de forma manual el día 9 de mayo del 2022 a los 72 días después del trasplante. Se realizaron en total cuatro cosechas. Las variables morfológicas y del rendimiento analizadas fueron: altura de las plantas (cm), número de frutos por planta (u), estimación del rendimiento agrícola (t ha⁻¹).

Los datos correspondientes a las mediciones biológicas fueron sometidos al análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon al emplear Tukey para el 0,05 % de significación. Los análisis estadísticos se realizaron con el empleo del paquete estadístico InfoStat versión 2020 (Di Rienzo y otros, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 22 días después del trasplante (DDT), las plantas tratadas con Quitosano a razón de 1 L ha⁻¹ mostraron alturas de las plantas (Tabla 3) estadísticamente superiores a los tratamientos donde se aplicaron EcoMic®+Quitosano con sus tres dosis, Quitosano a 1,5 L ha⁻¹ y al Control sin aplicación. Sin embargo, no difirió significativamente de los resultados obtenidos en esta variable cuando se aplicaron EcoMic®, Quitosano a la menor dosis (0,5 L ha⁻¹) y Lixiviado de humus de lombriz.

Por otro lado, a los 38 DDT solo se observaron diferencias estadísticas entre las alturas (Tabla 3) alcanzadas entre el tratamiento que se aplicó EcoMic® a la raíz en el momento del trasplante y los que se combinó EcoMic®+Quitosano (1,5 L ha⁻¹), EcoMic®+Quitosano (0,5 L ha⁻¹) y Quitosano de manera independiente a razón de 0,5 L ha⁻¹. Los demás tratamientos mostraron resultados intermedios pero sin diferir entre el resto de los tratamientos.

Este comportamiento puede atribuirse a que la dosis de Quitosano mencionada anteriormente estimuló positivamente el metabolismo de las auxinas, fitohormonas que promueve la elongación celular de los tallos. Así mismo se considera que pudo haber

existido un efecto antagónico en los tratamientos donde se combinó este bioproducto con las micorrizas mientras que cuando se empleó EcoMic® de manera independiente la influencia en la altura de las plantas fue marcada.

Tabla 3. Altura de las plantas a los 22 y 38 días después del trasplante de plantas tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Altura de la planta (cm)	
	22 DDT	38 DDT
Control	22,85cd	34,35c
EcoMic®	27,20ab	42,90a
EcoMic®+Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	21,15d	36,80bc
EcoMic®+Quitosano 1 L ha ⁻¹	23,05bcd	38,40abc
EcoMic®+Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	23,45bcd	36,40c
Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	24,05abcd	36,35c
Quitosano 1 L ha ⁻¹	27,55a	41,75abc
Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	23,35bcd	40,25abc
Lixiviado de humus de lombriz	26,25abc	39,75abc
EcoMic®+Lixiviado de humus de lombriz	23,40bcd	40,20abc
CV %	7,12	5,23
EE \bar{X}	0,02	0,02

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Tukey (P < 0,05).

Pincay y otros(2021), obtuvieron alturas de las plantas inferiores a las obtenidas en esta investigación con la aplicación de quitosano a razón de 1, 2 y 3 g L⁻¹ de agua en los cultivares de tomate Floradade y Amalia en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, México, en condiciones de invernadero.

En otros cultivos también se ha informado efectos positivos en la altura de las plantas. González y otros (2017), determinaron que en plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) 350 mg ha⁻¹ de quitosano a los 25 días después de la germinación, se obtenían mayores alturas de planta con respecto al testigo experimental y por Molina y otros(2017) quienes reportaron un incremento en la altura de la planta superiores con respecto al tratamiento control en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L. variedad sd20a).

Cuando se analizó el efecto de la aplicación de los diferentes bioestimulantes en el número de frutos por plantas (Tabla 4) se observó que existían diferencias estadísticas

entre las cantidades de frutos obtenidas con la aplicación de Quitosano 1 L ha⁻¹ y las que se obtuvieron con la aplicación de las combinaciones de EcoMic®, a las raíces en el momento del trasplante, y Quitosano con dosis de 1 y 1,5 L ha⁻¹ y el Control sin aplicar quienes a su vez no difirieron de los resultados obtenidos en los tratamientos donde se empleó Lixiviado de humus de lombriz solo o combinado con las micorrizas.

Número de frutos por plantas muy superiores (entre 35 y 92) a los encontrados en esta investigación fueron informados por López y otros, (2021), cuando evaluaron el efecto de diferentes dosis de quitosano (50, 100, 150, 200, 250 y 300 mg L⁻¹) en las condiciones de suelo y clima de la Finca Las Marías de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en México.

Tabla 4. Número de frutos por plantas de tomate tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Número de frutos por plantas (U)
Control	7,9e
EcoMic®	12,2cd
EcoMic®+Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	16,4ab
EcoMic®+Quitosano 1 L ha ⁻¹	8,4e
EcoMic®+Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	8,1e
Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	16,4ab
Quitosano 1 L ha ⁻¹	16,9a
Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	13bc
Lixiviado de humus de lombriz	9,3de
EcoMic®+Lixiviado de humus de lombriz	9,8cde
CV %	15,20
EE \bar{X}	0,08

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Tukey (P < 0,05).

El efecto positivo de la aplicación de quitosano en el número de frutos por plantas también fue demostrado por Chanaluisa y otros, (2022), cuando estudiaron la respuesta agronómica y fitosanitaria de plantas de tomate (*S. lycopersicum*) en condiciones controladas en México con dosis entre 50 y 300 mg L⁻¹. Concluyeron que a mayores dosis se obtuvieron las mayores cantidades de frutos por plantas.

Estos resultados pueden estar relacionados con las propiedades del quitosano, el cual es reconocido como un bioestimulante del crecimiento vegetal que induce un

incremento del contenido de clorofila en las hojas de la planta. Además, promueven el desarrollo de plantas más saludables y menos susceptibles al ataque de patógenos.

Los mayores rendimientos (Tabla 5) se obtuvieron en los tratamientos donde se aplicó EcoMic®+Quitosano a razón de 0,5 L ha⁻¹ y Quitosano (1L ha⁻¹) sin mostrar diferencias estadísticas entre sí, seguidos por el empleo de Quitosano (0,5 L ha⁻¹) y Quitosano 1,5 L ha⁻¹. Los tratamientos que obtuvieron los los rendimientos más bajos fueron las combinaciones de EcoMic®+Quitosano 1 L ha⁻¹ y 1,5 L ha⁻¹ y el Control que fue el de peores resultados.

A pesar de que el empleo combinado de EcoMic®+Lixiviado de humus de lombriz provocó buenos resultados respecto a la masa promedio de los frutos este tratamiento vio afectado su rendimiento final al contar con un menor número de frutos por plantas cuando se compara con otros.

Tabla 5. Rendimiento agrícola de plantas tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Rendimiento agrícola (t ha ⁻¹)
Control	17,79g
EcoMic®	32,49cd
EcoMic®+Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	54,46a
EcoMic®+Quitosano 1 L ha ⁻¹	22,80f
EcoMic®+Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	22,91f
Quitosano 0,5 L ha ⁻¹	38,00b
Quitosano 1 L ha ⁻¹	54,99a
Quitosano 1,5 L ha ⁻¹	32,77c
Lixiviado de humus de lombriz	24,35e
EcoMic®+Lixiviado de humus de lombriz	31,90d
CV %	11,80
EE \bar{X}	0,015

Medias con letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas para Tukey (P < 0,05).

Según Pincay y otros, (2021), la aplicación de diferentes dosis de quitosano estimula los procesos fisiológicos en la planta y se incrementa el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por la planta y aumenta su crecimiento y desarrollo, lo que trae consigo un aumento de los rendimientos.

Respecto a investigaciones realizadas sobre plantaciones de tomate, en Ecuador, se evaluaron el quitosano en diferentes dosis (1, 2 y 3 g L⁻¹) sobre dos cultivares de

tomate, donde obtuvieron los mejores resultados en la dosis de 2 g L^{-1} , adicionalmente, estos resultados demuestran que el beneficio ejercido por el quitosano en plantas de tomate varía según la dosis y el cultivar. De acuerdo con los antecedentes anteriores, se puede indicar que el quitosano regula eficientemente la homeostasis de las fitohormonas, nutrientes, la red enzimática, lo que ocasiona a que las plantas aumenten su crecimiento, desarrollo y rendimiento (Chanaluisa y *otros*, 2022).

Por otra parte, este efecto también pudo estar relacionado con la capacidad del producto de actuar como antitranspirante al provocar un cierre parcial o total de las estomas, favorece el estado hídrico de la planta y otros procesos fisiológicos que contribuyen a aumentar la producción de biomasa y el rendimiento agrícola, a la vez que reduce las pérdidas de agua en las plantas.

Así mismo, los rendimientos obtenidos en la investigación pudieron estar influenciados por las características edafoclimáticas imperantes en el área. Así, el suelo presentó un pH medianamente alcalino (Tabla 1). Este valor está por encima del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. El óptimo desarrollo del cultivo el pH debe estar cerca de la neutralidad.

Respecto al contenido de fósforo asimilable en el suelo (Tabla1) los valores indican un contenido bajo por lo que pudo afectar el desarrollo del cultivo. Una planta con la disponibilidad correcta de fósforo crecerá vigorosamente y madurará más temprano que otras plantas que carecen del mismo; al igual que el nitrógeno, el fósforo es un factor de crecimiento muy importante así como del desarrollo radicular el que se ve favorecido por una correcta aportación de este nutriente al principio del ciclo vegetativo (Herrera, 2020).

Como se observa en la tabla 2, la temperatura media se comportó en un rango entre $23,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $25,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Guenkov (1996), plantea que para el óptimo crecimiento del tomate el rango térmico debe estar entre $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante el día y entre $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y $17 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante la noche. Temperaturas inferiores a $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ - $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e inferiores a $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ la fecundación es defectuosa o nula.

En el caso de la humedad relativa (Tabla 2), en el área experimental se comportó en un rango entre $71,3 \%$ y 79% en correspondencia con las precipitaciones ocurridas durante esta etapa. Según Intag (2020), para el desarrollo del cultivo de tomate se necesita una humedad relativa entre 60% y 80% . Cuando la humedad relativa es alta favorece el desarrollo de enfermedades, hay problema de fecundación y agrietamiento del fruto. Por otro lado, la humedad relativa baja dificulta la inserción del polen al estigma de la flor.

CONCLUSIONES

De manera general, el tratamiento que mostró un mayor efecto en las variables morfológicas del cultivo del tomate fue la aspersión de Quitosano a razón de 1 L ha^{-1} . En las variables del rendimiento los tratamientos que presentaron una mayor influencia fueron Quitosano 1 L ha^{-1} y EcoMic®+Quitosano a razón $0,5 \text{ L ha}^{-1}$.

REFERENCIAS

- Allende, M., Salinas, L. y Torres, A. (2017). *Manual de cultivo del tomate bajo invernadero*. Recuperado de <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29478>
- Amador, C. Á., Algentel, M. L., Peñuelas, R. O., Aguilera, J. G. y Reyna, I. F. (2022). Respuesta del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de QuitoMax® en condiciones de salinidad. *Research, Society and Development*, 11(12) Recuperado de <https://e10111233870-e10111233870>
- Burbano, A. L. (2019). *Efecto de aplicación de lixiviados de humus sobre el desarrollo y rendimiento de tomate chonto (Lycopersicum esculentum L.), variedad conquistador bajo cubierta, en el municipio de popayán sede UNAD*. (Trabajo Fin de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia). Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25367>
- Castro, A. P. R. y Saa, L. (2021). *Evaluación de riesgo químico en fumigaciones agrícolas con drone y mejoramiento del ambiente de trabajo* (Trabajo fin Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52479>
- Chanaluiza, S. J. S., Sánchez, A. R. Á., Reyes, P. J. J. y Lizarde, N. A. (2022). Respuesta Agronómica y Fitosanitaria de plantas de Tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) a la aplicación de Quitosano en condiciones controladas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1).
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). *InfoStat*. (versión 2020) [software].
- González, L. G., Jiménez, M. C., Vaquero, P. I. M., Falcón, R. A. y Araujo, A (2017). Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.). *Centro Agrícola*, 44 (1).
- Guenkov, G. (1996). *Fundamentos de la Horticultura Cubana*. Primera edición. La Habana, Cuba: Editorial Ciencia y Técnica.
- Herrera, M. D. P. (2020). *Importancia del Fósforo en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto* (Trabajo Fin de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo).
- Hernández, J. C., González, G. T. y Moreno, G. P. (2021). *La ecoeficiencia agropecuaria en el marco del manejo integrado del paisaje. Una contribución a la sostenibilidad*. 1ra Edición. Puebla: El Colegio de Puebla.
- Inca (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2007). EcoMic, biofertilizante de amplio espectro para la producción agrícola. recuperado de <http://www.inca.edu.cu/productos/pdf/EcoMic.pdf>
- Insmet (Instituto de Meteorología, 2022). *Informe de Comportamiento de Variables Climáticas en el período enero-mayo 2022*. Centro Meteorológico Provincial de Las Tunas. Impresión ligera.
- Intag. (Innovaciones Tecnológicas para la Agricultura y Ganadería, 2020). Cultivo de tomate. Recuperado de <https://grupointag.com/cultivo-de-tomate/>

- López, T. S. F., Álvarez, S. A. R., Reyes, P. J. J., Vital, L. L. y Yanez, C. D. J. (2021). Respuesta agronómica y control fitosanitario de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L), a la aplicación de quitosano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 6-12. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/488>
- Molina, J., Colina, M., Rincón, D. y Vargas, J. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa*, L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 8(2).
- Pincay, M. D. F., Cedeño, L. J. C. y Espinosa, C. K. A. (2021). Efecto del quitosano sobre el crecimiento y la productividad de *Solanum lycopersicum*. *Centro Agrícola*, 48(3).
- Rodríguez, Y. S., Martínez, J. A. y Cruz, A. G. (2021). Los bioestimulantes. Una alternativa para el desarrollo agroecológico cubano. *Revista ECOVIDA*, 11(3).
- Rouphael, Y. & Colla, G. (2020). Biostimulants in agriculture. *Frontiers Plant Sciences*, 11, 40. Recuperado de <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>

EL BENEFICIO DEL AGUA RESIDUAL TRATADA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS

THE BENEFIT OF TREATED WASTEWATER IN FOOD PRODUCTION

Leomiguel Rodríguez Quesada, leomiguel.rodriguez@hidro.gob.cu

Hilaris Leyva Gómez, hilaris@ult.edu.cu

José Félix Cutiño Oliva, fcutino@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en áreas, del porcino "El BLEO" del Municipio Majibacoa, Provincia Las Tunas, entre los meses de febrero a septiembre del 2022 con el objetivo evaluar los beneficios que genera el uso de agua residual tratada en la producción de alimentos. Se determinaron parámetros químicos (nitrato, sulfato, OD, DBD, DQO) y bacteriológicos (Coliformes totales y Coliformes termotolerantes), se comprueba la carga contaminante (kg día) y la eficiencia de remoción de la carga contaminante del agua residual. En las muestras de suelos se realizaron las determinaciones pH, P₂O₅, K₂O. El agua residual generadas en la entidad se evalúa como moderadas y biodegradables a partir de los resultados obtenidos de la carga contaminante, el índice de biodegradabilidad y la eficiencia de remoción con valores altos de eficiencia. Los análisis bacteriológicos y químicos posibles a realizar demuestran que en las lagunas está ocurriendo el proceso de degradación biológica y los parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permitidos en la norma cubana. El suelo investigado contiene valores satisfactorios en los elementos P₂O₅, K₂O y el pH para la producción de alimento animal. Los resultados de los análisis estadísticos en los parámetros pH, DBO, DQO, CT y CTT a la entrada y salida del sistema indica que continúa bajando la carga contaminante del agua residual, hasta valores aceptables.

PALABRAS CLAVES: agua residual, agua tratada, alimento animal.

ABSTRACT

The research was carried out in areas of the pig farm "El BLEO" in Majibacoa Municipality, Las Tunas Province, from February to September 2022, with the objective of evaluating the benefits generated by the use of treated wastewater in food production. Chemical (nitrate, sulfate, DO, DBD, COD) and bacteriological (total coliforms and thermotolerant coliforms) parameters were determined, and the pollutant load (kg per day) and the removal efficiency of the pollutant load of the wastewater were tested. Soil samples were tested for pH, P₂O₅, and K₂O. The wastewater generated in the entity is evaluated as moderate and biodegradable based on the results obtained from the pollutant load, the biodegradability index and the removal efficiency with high efficiency values. The possible bacteriological and chemical analyses to be carried out show that the biological degradation process is taking place in the lagoons and the parameters are within the maximum limits allowed by the Cuban standard. The investigated soil contains satisfactory values in the elements P₂O₅, K₂O and pH for the production of animal feed. The results of the statistical analysis of the parameters pH, BOD, COD, CT and CTT at the inlet and outlet of the system indicate that the pollutant load of the wastewater continues to decrease to acceptable values.

KEY WORDS: wastewater, treated water, animal feed.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de recursos hídricos y la forma en que se utilizan es fundamental para mejorar la seguridad alimentaria en todo el mundo considerándolo el recurso máspreciado y el más disputado. A nivel mundial, se ha estimado que las reservas de agua dulce son de aproximadamente 35 000 000 km³, además de los recursos de las aguas subterráneas se permite satisfacer las necesidades básicas diarias de agua a 2 500 millones de personas y representa 43 % de toda el agua utilizada para el riego. En la actualidad, más de 20 millones de hectáreas de tierra se riegan con aguas residuales (Mendoza y otros, 2021).

Vaillant (2021), plantea que en los últimos años el volumen de aguas residuales se ha acrecentado en Cuba utilizándose en las labores de jardinería, aparejado a ello, el uso fructífero de las aguas residuales tratadas que cumplen con los criterios de calidad requeridos para el uso al que se van a destinar, también se ha elevado, pero no como lo necesita el país

La reutilización del agua puede tener múltiples beneficios, se destaca al sector agrícola uno de los más sensibles por la variabilidad y cambio climático, el reusó se convierte en una solución viable para enfrentar los períodos de sequía, fortalecer la seguridad alimentaria (Graham, 2021).

FAO (2022), en la agricultura el uso de aguas residuales, tratadas o sin tratar, es una opción que empieza a aplicarse en diversas zonas del planeta, como una alternativa al creciente déficit hídrico, y, sobre todo, a la fuerte competencia entre las zonas urbanas y periurbanas por agua dulce

En la DIRH, (2022), la provincia Las Tunas es una de las de menor pluviosidad en el país con un promedio histórico de mil 038 milímetros (mm). Las afectaciones por la escasa ocurrencia de precipitaciones se producen desde hace más de 25 años, pues los valores que sobrepasan la media histórica no compensan el déficit registrado durante el período, el objetivo de la investigación es evaluar los beneficios que genera el uso de agua residual tratada en la producción de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área experimental. La investigación se realizó en áreas, del porcino "El BLEO" en el municipio Majibacoa, Provincia Las Tunas, en el período comprendido entre los meses febrero a septiembre del 2022. Coordenadas de la ubicación La UEB "El Bleo" se encuentra ubicada entre las coordenadas (N 20.942111, W -76.716322). La topografía es llana, suelos Pardo ócrico con carbonatos.

Los parámetros bacteriológicos y químicos del agua residual se realizaron en la Empresa Nacional de Análisis del Agua (Enast) UEB Las Tunas entidad certificada según la NC ISO 9001:2015 por la Oficina Nacional de Normalización bajo el cumplimiento de los requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo establecidos en la NC ISO/IEC 17025:2017. Se determinaron un total de cinco parámetros químicos (nitrato, sulfato, OD, DBD, DQO) y dos bacteriológicos.

La metodología adoptada para la determinación de cada parámetro:

Coliformes totales: PA31 Determinación bacteriológica en aguas. Técnica de tubos múltiples de Fermentación.

Coliformes termotolerantes: PA31 Determinación bacteriológica en aguas. Técnica de tubos múltiples de Fermentación.

Determinación de Oxígeno Disuelto (OD): la NC 27:2012, establece categorías A, B y C, a valores menores de 4 mg L⁻¹, 3 mg L⁻¹ y 2 mg L⁻¹, respectivamente

Determinación del Nitrógeno, de DQO y DBO₅: la NC 27:2012.

Nitrato (NO₃): PA30 determinación de nitrato. Método Ión Selectivo.

Sulfato (SO₄): PA05 Determinación de sulfato. Método Espectrofotométrico.

Demanda química de oxígeno (DQO): PA11 Determinación de Demanda Química de Oxígeno. Método de oxidación con dicromato de potasio (Autoclave).

Demanda biológica de oxígeno (DBO₅): PA12 Determinación de Demanda Bioquímica de Oxígeno. DBO Prueba de los 5 días por Winkler.

Oxígeno disuelto (OD): PA18 Determinación de oxígeno disuelto. Valoración por Winkler.

Muestreo: Se fijaron 3 puntos de muestreo bajo el criterio de mayor representatividad en el proceso: Se tomó una muestra de agua limpia utilizadas tanto en el proceso productivo como para el consumo humano.

Muestras de aguas residuales descargadas, a la entrada del sistema de tratamiento y a la salida de dicho sistema. La evaluación fue realizada mediante los requisitos regulatorios establecidos por la Norma Cubana 27/2012 "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado"

Cálculo del índice de biodegradabilidad (*IB*), se calculó la carga contaminante, cálculo de la eficiencia del STR (sistema de tratamiento de residuales).

Cálculo del índice de biodegradabilidad (*IB*): Se calculó el índice de biodegradabilidad (*IB*) de los residuos líquidos a los cinco días (DBO₅) a 25°C y la Demanda Química de Oxígeno (DQO), a partir de la ecuación

$$IB = \frac{DBO_5}{DQO}$$

Cálculo de la carga contaminante: Con base en la concentración de los parámetros evaluados y el valor del caudal promedio en el punto de vertimiento, se calcula la carga contaminante (kg/día),

$$C_c = Q_p * C_i * 0.0864 * \frac{t_{(h)}}{24h}$$

Donde:

C_c: Carga contaminante (kg/día)

Q_p: Caudal promedio (L/s)

C_i: Concentración del parámetro analizado (mg/L)

$t_{(h)}$: Tiempo de vertimiento (h)

0.0864: Factor de conversión

Se estimó el caudal promedio tomando una muestra puntual en el punto de vertimiento donde se utilizó un recipiente volumétrico graduado y se obtuvo que $Q_p=1.5$ L/s durante 12 horas al día. Para $CDBO_5=37$ mg/L y 96 mg/L

Cálculo de la eficiencia del STR: La eficiencia de remoción de carga contaminante en un sistema de tratamiento de aguas residuales según la ecuación (2),

$$Ef = \frac{Entrada-Salida}{Entrada} * 100 \quad (2)$$

Donde:

Ef: Eficiencia de remoción del sistema, o de uno de sus componentes (%)

Salida: Concentración del parámetro medido a la salida (DQO, DBO₅) en mg/L

Entrada: Concentración del parámetro medido a la entrada (DQO, DBO₅) en mg/L

Muestreo de suelo (calicatas) a una profundidad de 0- 20 cm, muestras sin riego y con riego del agua residual, se analizaron en el laboratorio provincial de suelos de la Provincia de Las Tunas (Minag, 2022).

Se utilizó el método de Oniani para determinar el P₂O₅ y K₂O.

pH-Agua por el método Potenciométrico (pH-meter HANAN SJ--F)

Clima: Los valores medios de las precipitaciones que se registran anualmente son de unos 998.0mm. Las temperaturas se comportan históricamente en los 31°C, para una media anual de 25.5°C

Procesamiento información. Google Maps, Google Earth. Análisis estadístico se realizó análisis de estadística descriptiva para la obtener la media y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados inorgánicos nos indican al analizar en la tabla 1, en las muestras de aguas del porcino, hay diferencias en los valores entre la muestra del agua limpia que recibe el porcino y el agua residual que genera el centro, en los valores de nitrato de 5 mg L⁻¹ y de sulfato de 50 mg L⁻¹ en el agua limpia.

En los resultados orgánicos en la tabla 1, se observa variación en los puntos de muestreos en la entrada de agua residual y en la salida existen diferencias del oxígeno disuelto de 6 mg L⁻¹ el resultado de demanda bioquímica de oxígeno existe variación en el muestreo 2 y 3 en el agua de entrada y de salida de los residuales con valores de 3840 y 96 mg L⁻¹, según la norma < 300 mg L⁻¹, y en la demanda química de oxígeno de 430 y 37 mg L⁻¹, lo permisible en la norma es de < 700 mg L⁻¹, a partir del análisis se plantea, en las lagunas está ocurriendo el proceso biológico e indicadores de contaminación se encuentran dentro de los límites máximos permitidos.

En la medida del pH de las muestras de las aguas del porcino oscila entre 7,5 a 8,8 (u), según la norma NC: 27/2012 se encuentra dentro de los LMPP (Límites máximos permisibles promedio), que están entre 6-9 (u).

Tabla 1. Resultados del análisis químico de las aguas del porcino.

Número de Muestras	Identificación	Química					
		pH	Inorgánica		Orgánica		
			Nitrato	Sulfato	OD	DBO	DQO
u	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ₁ ⁻¹	mg L ₁ ⁻¹	mg L ₁ ⁻¹		
1	Agua Limpia, Porcino El Bleo	8,23	5	50	-	-	-
2	Entrada STR, Porcino El Bleo	7,50	-	-	0	3840	430
3	Salida STR, Porcino El Bleo	8,87	-	-	6	96	37

Dentro del resultado de los residuos líquidos del Porcino, como el índice de biodegradabilidad con un valor de 0, 2; que se vierten se valoran en el rango de residual moderadamente biodegradable, enfatizándose con esto que puede ser tratado mediante tratamiento biológico.

Además, se tiene en cuenta la carga contaminante de DBO₅ y DQO del residual líquido en el punto de vertimiento, se obtienen valores de 2,4 Kg día y 6,2 Kg día respectivamente, lo que representa un leve grado de afectación al cuerpo receptor.

Y el cálculo de la eficiencia de remoción de DBO₅ y DQO del STR actual, con valores de 91, 4 % y 97, 5 % respectivamente, son valores de eficiencia altos para este tipo de sistemas de tratamiento. Se debe realizar y cumplir un cronograma de limpieza, mantenimiento para cuidar y reducir los índices de contaminación en el cuerpo receptor, y garantizar, con esto, la gestión adecuada de los residuales líquidos generados en la entidad y su devolución segura al medio ambiente.

Al analizar los resultados de los análisis bacteriológico del agua del porcino de la tabla 2, y al comprobar los niveles de contaminación de residuales líquidos para verter a cuerpos receptores superficiales de clase B, se observa, la presencia de Coliformes termotolerantes con valores ligeramente por encima de los establecidos en la norma que se establecen valores de 1000 NMP y para los coliformes totales valores de 5000 NMP, por lo que el vertimiento se puede hacer de forma segura, aunque existe el riesgo de una leve contaminación en el cuerpo receptor.

En el caso de estudio se ha propuesto que el agua residual tratada puede usarse en cultivos como el arroz a partir de análisis, y en varias siembras como las que indican los directivos de Unidad de la zona objeto de estudio, siempre en base a las normas establecidas. No incluyen a las hortalizas y verduras que comúnmente se consumen crudos (Mederos, 2017).

Al comparar los resultados con los obtenidos por Chancafe (2019), en igual cultivo, se reportaron para Coliformes termotolerantes, recuentos máximos de 5.4x10⁵ NMP/100 mL y mínimos de 0.1x10⁵ NMP/100 mL en el agua de cultivo de arroz y recuentos máximos

de 2.2×10^5 NMP/100 mL, resultados que superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) de efluentes para vertidos a cuerpos de agua.

Para el desarrollo sostenible es necesario monitorear continuamente el cuerpo receptor y cuantificar directamente por mediciones de sus parámetros químicos y biológicos para saber su estado actual y evolutivo, así como su capacidad de auto purificación en función del tiempo, como lo señala (Medrano, 2001), un problema de salud pública, cuando no existe ningún tratamiento previo al agua residual, provocan que los cuerpos de agua se contaminen con concentraciones elevadas de bacterias, virus y parásitos, de aquí la importancia del tratamiento adecuado del agua servida.

Tabla 2. Resultados del análisis bacteriológico de las aguas del porcino.

Número de Muestras	Identificación	Biología	
		Indicadores bacteriológicos	
		Coliformes totales	Coliformes termotolerantes
		NMP/ 100 mL	NMP/ 100 mL
1	Agua Limpia, Porcino El Bleo	540	350
2	Entrada STR, Porcino El Bleo	16000	16000
3	Salida STR, Porcino El Bleo	1600	1600

Al analizar los resultados de los análisis de suelo en la parcela del cultivo de arroz, de la tabla 3, hay diferencias entre las muestras evaluadas entre la parcela sin riego y la parcela con riego de agua residual con las determinaciones del pH, P_2O_5 , K_2O (Minag., 2022).

En general, las aguas residuales contienen cantidades sustanciales de nutrientes beneficiosos como N, P y K que pueden promover el crecimiento y el rendimiento de las plantas y reducir la demanda de fertilizantes químicos.

Los resultados de P_2O_5 obtenidos en la investigación manifiestan una acumulación de fósforo en los suelos en la parcela con riego de agua residual con un valor de 28,6, donde se aprecian variaciones entre las muestras analizadas con la parcela sin riego donde se obtuvo un valor 26,4, sin embargo, se observan oscilación es en el contenido de fósforo de unos suelos a otros.

Los valores del K_2O , en la investigación difieren entre la parcela con riego de agua residual con un valor de 44,1 y en la parcela sin riego un valor 40,6 lo que podemos plantear que los resultados están acordes para el cultivo del arroz, aunque los valores pueden variar en la parcela en explotación del cultivo del arroz. En el cultivo del arroz se observa un descenso de los niveles de potasio en el suelo, lo cual muestra que son mayores las pérdidas del nutriente por lixiviación y consumo por parte de la planta que los aportes exógenos (abonos, aguas, entre otros).

Tabla 3. Resultados de los análisis de suelo en la parcela del cultivo de arroz.

No. Muestras	Identificación	Determinaciones		
		pH	P ₂ O ₅	K ₂ O.
1	Parcela sin riego	6.8	26.4	40.6
2	Parcela con riego de agua residual	6.9	28.6	44.1

Quintero (2017), en estudios desarrollados al suelo con el cultivo del arroz, al determinar la conductividad eléctrica (CE) plantea, es un indicador a mirar desde el inicio, refiere la relación directa con la salinidad del suelo. Si es mayor a 1,5-2 dS/m, se reduce la germinación y las plantas logradas, se incrementa la esterilidad y disminuye el peso de los granos.

En el gráfico 1, se muestran los resultados del comportamiento del análisis estadístico del agua residual de 9 años anteriores y el actual, donde se observa que los valores de las determinaciones pH, DBO, DQO, CT, CTT del sistema de tratamiento se comportaron alteradas en estos años evaluados según la NC: 27/2012, mientras en el presente año se comportan los resultados evaluados dentro de los parámetros establecidos.

La provincia de Las Tunas se trabaja por incrementar su desarrollo agropecuario en los últimos años, lo cual ha requerido del apoyo del riego. Sin embargo, el volumen de agua necesario para estos fines no ha podido ser aportado, por la disminución de las precipitaciones por cada período lluvioso y disminuye el agua de los embalses, y aumenta la necesidad de reutilizar las aguas.

El análisis estadístico del comportamiento del agua residual a la salida del sistema de tratamiento donde se evidencia que en los años anteriores los valores obtenidos sobre pasaban los límites máximo permisibles según NC: 27/2012 donde el pH su rango es de 6-9 u, el DBO < 300 mg L⁻¹, el DQO < 700 mg L⁻¹, los coliformes totales su valor es de 5000 NMP/100mL y los coliformes termo tolerantes, 1000 NMP/100 mL y en el año actual se encuentran los valores obtenidos dentro de los límites establecidos en la norma NC: 27/2012.

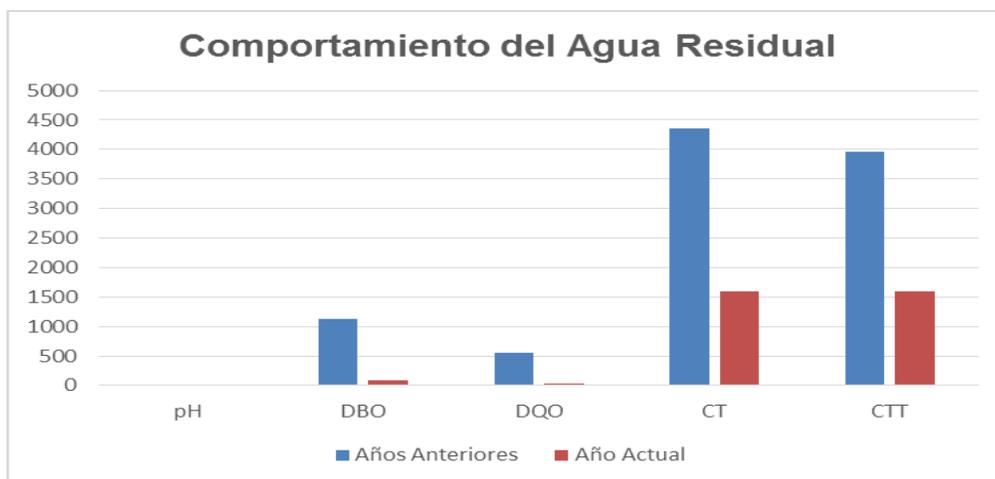


Gráfico 1. Análisis estadístico del comportamiento del agua residual a la salida del sistema de tratamiento.

Esta situación ha obligado a ir a la búsqueda de alternativas, el empleo de las aguas residuales disponibles en la provincia, cuando tienen baja carga contaminante, o una vez depuradas. Se pretende hacer un mayor uso de las aguas de desecho, beneficiando a cultivos que no se consuman frescos. Se reflexiona sobre los estudios efectuados por los autores (Méndez y otros, 2006) y (Prom, 2021), establecer si las aguas pueden o no ser aplicadas a través del sistema de riego y determinar si las afectaciones que se le ocasionen a los productos cosechados, son o no admisibles.

Graham (2021), al expresar en su estudio de minimizar “la emisión de productos químicos y materiales peligrosos” y aumentar “de forma considerable el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”, con la intención política de proteger la salud humana y el medio ambiente, combatir la escasez de agua y garantizar la reutilización de aguas residuales sea segura.

Ardakanian, (2017), en el trabajo el uso seguro de aguas residuales en la agricultura, muestran niveles de remoción de alrededor 95 % para las variables que representan materia orgánica (DBO₅, DQO y TSS) y para los nutrientes, nitrógeno y fósforo, 83 % y 93 %, respectivamente, indica que la capacidad de remoción es de 6,86 y 7,80 (u) logarítmicas para los coliformes fecales y coliformes totales, respectivamente.

Valor económico del uso de agua residual para la producción del autoabastecimiento de alimento animal en el Porcino

Al valorar desde el punto de vista económico la importancia del uso agua residual para la agricultura, el costo del agua tratada es de 0,140 \$ peso siendo superior al valor del agua potable que es de 0,035 \$, resulta un ahorro considerable del presupuesto del estado, evitando así el uso de energía eléctrica, combustible, bombas, medios de transporte, además, las aguas tratadas contienen nutrientes recuperados, propicia una disminución potencial de fertilizantes los cuales para el cultivo del arroz analizado se utiliza el NPK con un valor actual en el mercado internacional de 280 a 400 USD.

En el mercado internacional 1 t de arroz esta cotizado a un valor de 1.063,106 USD, se cosechó en el área de investigación 3 t que representa un ahorro de 3.189 ,318 USD en el mercado internacional. Esto permite obtener ganancias y destinado a la alimentación animal.

Ardakanian (2017), demuestra la viabilidad económica y financiera a través del período de retorno, VAN y TIR, con el costo del consumo de agua potable más un costo de servicio de aguas residuales del 100 %, lo que significa que el gasto de agua es siempre el doble del valor equivalente al consumo de agua potable, el agua recuperada se reutiliza para regar parques y jardines, el reciclado es de aproximadamente el 42 %.

En la actualidad, (Mendoza y otros, 2021) reflexiona que el tratamiento y uso de aguas residuales constituye un reto, desde el punto de vista económico como ambiental (conservación de recursos hídricos, reciclaje de nutrientes), cerca de 80% de las aguas residuales son dispuestas sin tratamiento son usadas para riego agrícola, representan un problema sanitario significativo.

Enfocar el desarrollo de la política hídrica hacia el uso eficiente del agua en la agricultura, de mayor consumo, gestionar y fomentar el reuso de aguas residuales que permitan el intercambio de aguas tratadas, una reducción en los costos de producción, aprovechar la materia orgánica presente en el agua residual como fuente de nutrientes para la producción de cultivos, y mejores rendimientos (Cisneros y Saucedo, 2016).

CONCLUSIONES

El agua residual generadas en la entidad se evalúa como moderadas y biodegradables a partir de los resultados obtenidos de la carga contaminante, el índice de biodegradabilidad y la eficiencia de remoción con valores altos de eficiencia.

Los análisis bacteriológicos y químicos posibles a realizar demuestran que en las lagunas está ocurriendo el proceso de degradación biológica y los parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permitidos en la norma cubana.

El suelo investigado contiene valores satisfactorios en los elementos P_2O_5 , K_2O y el pH para la producción de alimento animal.

Los resultados de los análisis estadísticos en los parámetros pH, DBO, DQO, CT y CTT a la entrada y salida del sistema indica que continúa bajando la carga contaminante del agua residual, hasta valores aceptables.

REFERENCIAS

- Ardakanian, R. (2017). Uso seguro de aguas residuales en la agricultura: ejemplos de buenas prácticas. H. Hettiarachchi (Ed.). United Nations University UNU-FLORES, Institute for Integrated Management of Material Fluxes and of Resources.
- Chancafe Grey, S. M. (2019). Influencia del riego con agua residual urbana de la ciudad de Tumbes sobre la calidad microbiológica del cultivo de Arroz (*Oryza sativa*).
- Cisneros E. Olga y Saucedo R. H (2016). Reusó de aguas residuales en la agricultura. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Coordinación de Riego y Drenaje. 1
- DIRH (Delegación del Instituto de Recursos Hidráulicos) Las Tunas, (2022).
- Graham; Alabaster, (2021). Progreso en el tratamiento de las aguas residuales.
- Prom, X. (2021). Viabilidad técnica de una planta de tratamiento sustentable de aguas servidas en instalaciones de cría de ganado porcino (Doctoral disertación, Universidad Católica Andrés Bello).

- Hernández, E (2014). Calidad Biológica de Aguas Residuales utilizadas para riego de cultivos forrajeros en Tulancingo, Hidalgo. México. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/eduamb/peru/peresp002.pdf>
- FAO. (2022). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. El uso seguro de las aguas residuales en la agricultura ofrece múltiples beneficios. Recuperado de <https://www.fao.org/?id=92997>
- Mederos, C. CM, (2017). Porcinocultura Cubana, manejo Nutricional y Reproductivo. Instituto de Investigaciones Porcinas, La Habana, Cuba.
- Medrano, W. 2001. Evaluación de la calidad de aguas residuales de la planta de tratamiento de Alba Rancho (Semapa) con fines de riego. Perú.
- Méndez, M. A., Ricardo, M. P., Pérez, J., Hernández, G. y Campos, O. (2006). Uso de las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas, en la agricultura urbana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 3, 17-21.
- Mendoza-Retana, S; Cervantes-Vázquez, M; Valenzuela-García, A; Guzmán-Silos, T; Orona-Castillo, I; Cervantes-Vázquez, T. (2021). Uso potencial de las aguas residuales en la agricultura. *Revista SciELO Analytics. Ensayos Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12 (1).
- Minag. (2022). Laboratorio Provincial de suelos Las Tunas.
- NC 27/2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado.
- OMS. (2017). Organización Mundial de la Salud. Progreso en el tratamiento de las aguas residuales. Estado mundial. Ginebra.
- Quintero, C. (2017). Fertilización para altos rendimientos de Arroz. Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER. Argentina. *Revista Engormix. Artículos técnicos. Agricultura*.
- Vaillant López, N. (2021). xv Congreso Internacional de Ingeniería Hidráulica avances en el reúso de aguas regeneradas en los polos turísticos. La Habana, Cuba.

EL CULTIVO DE LA CRATYLIA ARGENTEA COMO ALTERNATIVA PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS

THE CULTIVATION OF CRATYLIA ARGENTEA AS AN ALTERNATIVE FOR ANIMAL FEED IN THE MUNICIPALITY OF LAS TUNAS

Yamile Batista Yero, ybatista@ult.edu.cu

Santa Laura Leyva Rodríguez, lauralr@ult.edu.cu

Lidisbe Espinosa Reyes, lidisbee@gmail.com

Maricela Pérez Méndez, maricelapm@ult.edu.cu

Eili María Castro Leyva, casleyeili@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agroproductivo de la *Cratylia argentea* para su utilización en la alimentación animal en el municipio Las Tunas, se diseñó un experimento completamente aleatorizado para muestras independientes. Se realizó un muestreo al azar de dos plantas completas y ramas de diferentes grosores de varias plantas. Para el estudio se dividieron en función del diámetro del tallo en ramas gruesas (0,90-1,50) media (0,66-0,85) y finas (0,25-0,65) para evaluar la mayoría de los indicadores de crecimiento y para el caso de la determinación de carbohidratos no fibrosos en hojas, se dividieron las ramas en basal, media y apical. Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Universidad de Las Tunas. La mayoría de los datos mostraron una distribución normal y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). Las comparaciones de medias fueron analizadas por la prueba deDuncan $p < 0,05$. Las ramas gruesas mostraron un mayor comportamiento en las variables morfológicas evaluadas, sin embargo, las más accesibles para la alimentación animal son las ramas finas, las que alcanzaron contenidos de carbohidratos superiores. Los rendimientos se encuentran en el rango de los 8.86 t ha⁻¹ de masa fresca y 6.08 t ha⁻¹, lo cual representa un buen comportamiento de la Cratylia en las condiciones edafoclimáticas del país.

PALABRAS CLAVES: carbohidrato, edad de corte, masa seca y masa fresca.

ABSTRACT

A completely randomized experiment for independent samples was designed to evaluate the agricultural production behavior of *Cratylia argentea* in a gray-brown soil in the municipality of Las Tunas. Two complete plants and branches of different thicknesses from several plants were randomly sampled. For the study, they were divided according to stem diameter into thick (0,90-1,50) medium (0,66-0,85) and thin (0,25-0,65) branches to evaluate most of the growth indicators and for the determination of non-fibrous carbohydrates in leaves, the branches were divided into basal, medium and apical. The analyses were carried out in the laboratory of the University of Las Tunas. Most of the data showed a normal distribution and were subjected to analysis of variance (ANOVA). Comparisons of means were analyzed by Duncan's $p < 0,05$ test. Thick branches showed a higher performance in the morphological variables evaluated, however, the most accessible for animal feed are the thin branches, which reached higher carbohydrate contents. Yields are in the range of 8,86 t ha⁻¹ of fresh mass and

6,08 t ha⁻¹, which represents a good performance of *Cratylia* in the soil and climatic conditions of the country.

KEY WORDS: carbohydrate, cutting age, dry mass and fresh mass.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas arbustivas tienen el beneficio de producir más forraje que los pastos, son más tolerantes al mal manejo, tienen la capacidad de rebrotar, proporcionar forraje de buena calidad y tienen otros usos como fuente de leña, rompevientos, y control de erosión en laderas; además de mejorar la fertilidad del suelo. Sin embargo, no todos los árboles o arbustos forrajeros producen cantidades suficientes de biomasa para alimentar al ganado. Se ha documentado que la edad de rebrote y las temporadas climáticas afectan el rendimiento y la calidad del forraje de las especies forrajeras leñosas (Casanova y otros, 2014).

Una alternativa ha sido la introducción de plantas con potencialidades de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de las zonas tropicales, como es el caso de la *Cratylia*, la cual es una leguminosa arbustiva con bajos niveles de taninos, altos niveles de proteína cruda la cual contiene alta cantidad de nitrógeno fermentable en el rumen, además se utiliza para el consumo de ganado vacuno este se da como forraje maduro o también al sol durante 24 horas.

Esta planta se introdujo en Las Tunas con el objetivo de potenciar la alimentación animal, sin embargo, su aceptación y generalización por los productores es insuficiente, debido al desconocimiento de sus propiedades y adaptabilidad en la región, por lo que el objetivo del presente trabajo es evaluar el comportamiento agroproductivo de la *Cratylia argentea* en un suelo Pardo grisáceo del municipio Las Tunas.

El trabajo se realizó en un suelo perteneciente a la Estación de pastos de Las Tunas. Para dar inicio al estudio se procedió a hacer un vivero de 1200 plántulas con semilla botánica de *Cratylia* las cuales se sembraron en bolsas de polietileno, a dos semillas por bolsas. Estas fueron trasplantadas a los 45 días y se sembraron a una distancia de 1,50 m entre surcos y 1,50 m entre planta. El establecimiento de las parcelas se realizó con mínima labranza mediante un pase de tiller y surca con bueyes. La plantación se realizó el 20 de octubre del 2021. No se fertilizó el suelo, ni se aplicó riego, ni se realizó poda hasta la cosecha, la que se llevó a cabo el 19 de octubre al año después de la plantación.

El diseño de la investigación fue completamente aleatorizado, para muestras independientes. Se realizó un muestreo al azar de dos plantas completas y ramas de diferentes grosores de varias plantas. Para el estudio se dividieron en función del diámetro del tallo en ramas gruesas (0,90 1,50) media (0,66 0,85) y finas (0, 25 0,65) para evaluar la mayoría de los indicadores de crecimiento y para el caso de la determinación de carbohidratos no fibrosos en hojas, se dividieron las ramas en basal, media y apical.

Los indicadores evaluados fueron: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas (u), masa fresca y seca de las plantas (g), carbohidratos no fibrosos en las hojas de seis ramas, atendiendo a su distribución en basales, medias y apicales y rendimiento (t ha⁻¹).

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el uso del paquete infoStat versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017). Se determinaron los principales estadígrafos (media aritmética y error estándar de la media). La prueba de normalidad de las distribuciones de medias se realizó según Shapiro Wilks. La mayoría de los datos mostraron una distribución normal y se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). Las comparaciones de medias fueron analizadas por la prueba de Duncan $p < 0,05$.

Producción de biomasa

La estimación del área foliar es un indicador para evaluar el crecimiento de las plantas, ya que en la producción vegetal está directamente relacionada con el aprovechamiento de la energía solar transformada en energía química durante el proceso fotosintético (Hernández y otros, 2021).

Por otra parte, cabe señalar que el cultivo de la *Cratylia* se destaca por un sistema radicular vigoroso que puede alcanzar hasta los 2 metros de profundidad y a una alta retención foliar que da la capacidad de rebrote durante la época seca. (Crespo, 2007, citado por Correa, 2010). Esa relación directa entre sistema radicular y expresión vegetativa provoca una mayor absorción de agua y nutrientes desde la raíz a la parte aérea, lo que favorece el desarrollo foliar (Lorenzo, 2012).

Es de esperar que la planta con mayor desarrollo foliar posea también una mayor acumulación de masa fresca en las hojas lo que se refleja en la alta correlación positiva entre ambas variables ($R^2=1$). Es por eso que la planta dos (figura 1) presenta los mayores valores de área foliar. Según Lugo (2009) la altura de las plantas está directamente correlacionada con la producción de biomasa.

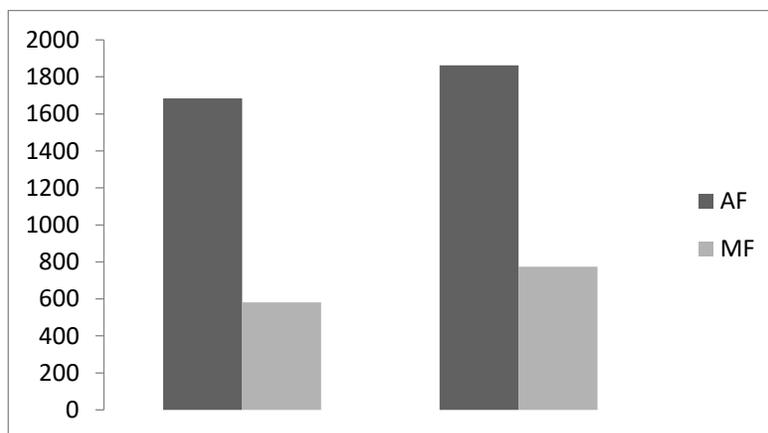


Figura 1. Relación área foliar y masa fresca en dos plantas de *Cratylia*

Variables grosor, largo del tallo y número de hojas

Las partes proporcionales de hoja y tallo constituyen un criterio para estimar la calidad del forraje ofrecido a los animales. Esta relación también puede afectar la selectividad, aceptabilidad e incluso la palatabilidad del material vegetativo, y, por ende, el consumo voluntario por los animales (Crespo y otros, 2011 citado por Navas y otros, 2019).

Tabla 1. Comportamiento del largo del tallo, número de hojas y la relación hoja tallo

Tratamiento	Largo del tallo	Groso del tallo	No. Hojas
T1	156,65 a	1,12 a	46,5 a
T2	98,2 b	0,75 b	27,10 b
T3	55,4 c	0,44 c	15,80 c
E.E±	0,06	0,04	0,05
C.V (%)	10,38	18,38	11,64

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

T1: ramas gruesas T2: ramas medias T3: ramas finas

Las variables evaluadas en los tres tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, correspondiendo el mayor valor al tratamiento 1, o sea en las ramas gruesas, que difiere estadísticamente respecto a las ramas medias y apicales.

Relación hoja-tallo

Para manejar racionalmente los recursos forrajeros disponibles (tanto naturales como cultivados), es imprescindible conocer todos los atributos y parámetros relacionados con los mismos. Uno de estos parámetros es la relación hoja-tallo, o sea, la proporción de hojas respecto a la proporción de tallos que una planta forrajera tiene en un determinado momento de su vida (Brizuela y otros, 2003 y 2005; Fernández y otros, 2011; Martíny otros, 2014, citado por Liendo y otros, 2019). Esta relación, se obtiene de la masa seca de cada uno de los componentes antes citados (hojas y tallos) en función de la disposición de estos dentro de la estructura de la biomasa aérea y permite ayudar en aspectos tan variados del manejo como la estimación de la calidad forrajera del material (Araya y Boschini, 2005; Leal y otros, 2009, citado por Liendo y otros, 2019).

La masa seca de la hoja y la masa seca del tallo (tabla 2), los tres tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, correspondiendo el mayor valor al tratamiento 1, o sea en las ramas gruesas, que difiere estadísticamente respecto a las ramas medias y apicales. Sin embargo, en cuanto a la relación hoja-tallo el mayor valor numérico lo obtuvo la rama media con un 95 % de retención de hojas.

En cuanto a la relación hoja-tallo se obtuvieron resultados de 0,77. Estos son superiores a los anteriormente reportados que evaluaron el cultivo al año de plantado y obtuvieron que 51.50% de la biomasa aérea eran hojas, lo que resultó en una relación material comestible a tallo no comestible promedio de 1.1:1.

Tabla 2. Relación hoja-tallo en dependencia de la masa seca del tallo y hoja

Tratamiento	MSH	MST	R-H-T
T1	45,59 a	87,15 a	0,52
T2	23,8 b	24,94 b	0,95
T3	9,69 c	11,30 c	0,85
E.E±	0,08	0,05	
C.V (%)	18,77	5,45	

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

MSH: masa seca de la hoja MST: masa seca del tallo R-H-T: relación hoja-tallo

Algunos investigadores realizaron la cosecha de ramas de *Cratylia* cada doce semanas durante un año, y se encontraron que la relación hoja a tallo era de 1.76:1 para suelos de “mesón” y 1.43:1 para suelos de “terrazza”, con diferencia en la edad de corte del anterior de 40 semanas.

Navas y otros (2019) señala que la relación promedio hoja-tallo encontrada en su estudio fue de 2.9:1 y que estos resultados pudieron estar influenciados por las condiciones climáticas y que, a pesar de bajar la producción de forraje en épocas de menor precipitación o periodos de sequía, el porcentaje de hojas con relación a los tallos se mantiene, lo que favorece la biomasa comestible.

Comportamiento de las variables masa fresca, seca y % de masa seca de las hojas

En los parámetros evaluados (tabla 3) los resultados mayores se obtuvieron en el primer tratamiento tanto para el contenido de masa seca, masa fresca como para el porcentaje de materia seca, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos.

Tabla 3. Comportamiento de la masa fresca, masa seca y % masa seca de las hojas

Tratamiento	Masa fresca	Masa seca	% MS
T1	70,56 a	45,59 a	64,16 a
T2	46,47 b	23,8 b	57,36 ab
T3	18,46 c	9,69 c	54,24 b
E.E±	0,09	0,08	0,06
C.V (%)	17,76	18,77	11,3

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$)

La producción de masa fresca en el primer corte (año de plantada) fue de 1993, 46gFV planta corte resultados superiores a los de López y Briceño (2016) en la estación lluviosa (861,1 g MF planta corte) y Daza (2016) reporta valores de 605,07 gFV planta corte con 421,10 gFV corte de las hojas.

Santana y Medina (2005) refieren que la producción de material fresco (MF)/planta/corte, fue afectada significativamente por la edad de corte del forraje ($p < 0,0001$) y por la estación climática en el año ($p < 0,0442$). De esta forma Reyes y otros, 2007, citado por López y Briceño (2016) determinaron que el promedio de producción de parcelas fue menor cuando a la edad de corte fue de 60 días (507,8 g MF/planta/corte), mientras que a edades de 75 y 90 días se obtuvo mayor producción (914,3 y 976,9 g MF/planta/corte, respectivamente). Estas diferencias se deben a un mayor crecimiento del tejido de la planta lo que se traduce en una mayor cantidad de biomasa.

Rendimiento de masa fresca y seca de la planta

Los comportamientos de la masa fresca y seca de esta leguminosa están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad del primer corte y la edad de la planta (Padilla y otros, 2017).

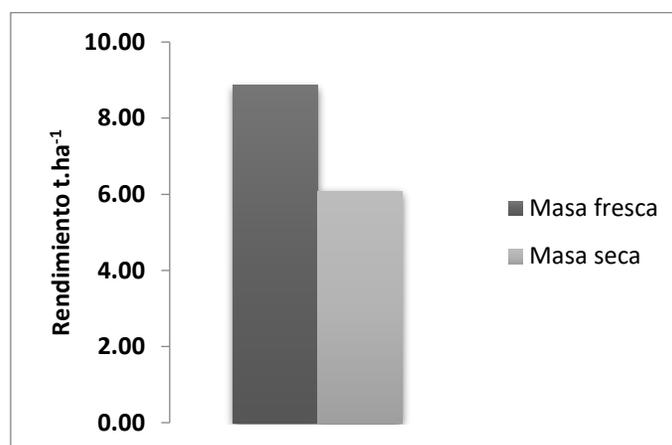


Figura 2. Rendimiento de masa fresca y seca

Los rendimientos obtenidos en la presente investigación de masa fresca (8,86 t ha⁻¹) son superiores a los reportados por Miranda y Reyes (2004), si su marco de siembra hubiera sido de (1,50 x 1,50), con un rendimiento de 7,44 t ha⁻¹, sin embargo, su marco de siembra fue de (0,50 x 0,50) con total de 40,000 plantas ha, por eso es que reporta valores de 67,15 t ha⁻¹.

Valles y otros, (2014) encontraron valores de masa seca en la época de lluvias de (1,31 t/ha/corte y 2,1 t/ha/corte).

La producción de MS al año encontrada por López y Briceño (2016) fue similar a la reportada en este estudio (6,4 t/ha/año, 7,3 t/ha/año y 9,8 t/ha/año respectivamente). López y Briceño (2016) señalan que la masa seca se incrementa en dependencia de la edad de cosecha, esto es debido a un efecto de madurez del forraje, donde el tejido menos succulento pasa a ser más seco y fibroso.

Evaluación del comportamiento de carbohidratos no fibrosos en las partes de las ramas estudiadas

Según (Ku y otros, 2018) el contenido nutricional de la *Cratylia* se puede afectar por las condiciones climáticas, tipo de suelo, fertilización y madurez de la planta. El mayor contenido de carbohidratos no fibrosos se encontró en las ramas finas (1,78%) con diferencias significativas con los demás tratamientos, los que no difieren entre sí.

Entre los tratamientos se encontró diferencias estadísticas significativas del tres respecto al uno y dos. Lo que justifica que la parte de la planta como forraje fresco que se debe consumir son las hojas nuevas y ramas finas.

López y Briceño (2016) realizaron determinaciones de % CNF a muestras del forraje en diferentes días de corte en época de lluvia y obtuvieron valores de 7,51 a los 90 días, 13,12 a los 75 días y 11,78 a los 60. Aspecto que se justifica por la disminución en los forrajes del contenido celular más digestibles y el aumento de la cantidad de fibra, de menor digestibilidad; conforme aumentan la edad del forraje, lo anterior conlleva a incrementarse la cantidad de lignina en la pared celular y de esta forma disminuir la digestibilidad y palatabilidad de los forrajes (Sánchez y Soto, 1998; Ramírez y otros, 2002, citado por López y Briceño, 2016).

Tabla 4. Comportamiento de carbohidratos no fibrosos por grosor de tallos

Tratamiento	Carbohidratos no fibrosos (CNF)
T1(RG)	0,99 b
T2 (RM)	1,22 b
T3 (RF)	1,78 a
E.E±	0,05
C.V (%)	7, 37

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas (P<0,05)

RG: Ramas Gruesas RM: Ramas Medias RF: Ramas Finas

Lo anterior quedó demostrado en la alta correlación significativa negativa entre la masa fresca y los carbohidratos totales (-0,84), o sea que en la medida que aumenta la masa fresca, disminuye la concentración de carbohidratos no fibrosos y viceversa.

Tabla 5. Correlación entre la masa fresca y carbohidratos no fibrosos

Variable (1)	Variable (2)	Pearson	P
MF	CNF	-0,84	0,03

MF: masa fresca CNF: carbohidratos no fibrosos

Los bajos niveles de carbohidratos pueden influir de manera negativa en la preferencia de los animales, ya que se ha determinado que estos tienen preferencias entre las

especies forrajeras que consumen, dominadas por el contenido de carbohidratos presentes en las plantas (Mayland y otros, 2000). Lo anterior demuestra la necesidad de incluir en la dieta fuentes con altos contenidos de carbohidratos ya sea en la ración o el deshidratado del material, para aumentar la concentración de esta fracción en el forraje que vaya a ser consumido por los animales (Mühlbach, 2000, citado por López y Briceño, 2016).

CONCLUSIONES

Las ramas gruesas mostraron un mayor comportamiento en las variables morfológicas evaluadas, sin embargo, las más accesibles para la alimentación animal son las ramas finas, las que alcanzaron contenidos de carbohidratos superiores.

Los rendimientos se encuentran en el rango de los 8.86 t ha⁻¹ de masa fresca y 6.08 t ha⁻¹ de masa seca, lo cual representa un buen comportamiento de la *Cratylia* en las condiciones edafoclimáticas del país.

REFERENCIAS

- Di Rienzo, J. A., Macchiavelli, R., y Casanoves, F. (2017). Modelos lineales generalizados mixtos aplicaciones en InfoStat.
- Castro, L. A., Mahecha Ledesma, L., y Angulo Arizala, J. (2017). Calidad nutricional de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray bajo tres sistemas de siembra en el trópico alto. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 213-222.
- Hernández Ramos, A., Valdez Lazalde, J. R., Ángeles Pérez, G., Santos Posadas, H. M. D. L., Hernández Ramos, J., Peduzzi, A., y Carrero, O. (2021). Medición del índice de área foliar y su dinámica estacional en plantaciones de *Eucalyptus urophylla* ST Blake. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(63), 114-137.
- Ku y Vera, J. C., Valencia y Salazar, S. S., Piñeiro y Vázquez, A. T., Molina y Botero, I. C., Arroyave y Jaramillo, J., Montoya y Flores, M. D., ... y Solorio y Sánchez, F. J. (2018). Determination of methane yield in cattle fed tropical grasses as measured in open-circuit respiration chambers. *Agricultural and Forest Meteorology*, 258, 3-7.
- Liendo, M. E., Coletti, A. A., Olea, L. E., Alegre, A., Suárez, L., Guerineau, M., ... y Toll Vera, J. R. (2019). Relación Hoja-Tallo en el estado fenológico de floración, en gramíneas naturales y cultivadas del Chaco Occidental Semiárido del departamento Trancas, Tucumán, Argentina. *Revista agronómica del noroeste argentino*, 39(1), 45-51.
- López M y Briceño E. (2016). Efecto de la frecuencia de corte y la precipitación en el rendimiento de *Cratylia argentea* orgánica. *Nutrición Animal Tropical*; 10(1): 24-44. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/nat.v10i1.24703>
- Lorenzo, P. (2012). El cultivo en invernaderos y su relación con el clima. *Cuadernos de Estudios Agroalimentarios (CEA)*, (3), 23-44.
- Lugo, M., Vibert, E., Betancourt, M., González, I., y Orozco, A. (2009). Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze bajo condiciones del piedemonte barinés, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 27(4), 457-464.

- Mayland, H. F., Shewmaker, G. E., Harrison, P. A., y Chatterton, N. J. (2000). Nonstructural carbohydrates in tall fescue cultivars: Relationship to animal preference. *Agronomy Journal*, 92(6), 1203-1206.
- Miranda Báez, J. C., y Reyes Sánchez, N. A. (2004). Producción de biomasa de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* bajo el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el municipio de Nueva Guinea, Nicaragua.
- Navas Panadero, A., Daza Cárdenas, J. I., y Montaña Barrera, V. (2019). Desempenho de bancos de forragem de *Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze, em solos degradados no departamento de Casanare. *Revista de Medicina Veterinaria*, (39), 29-42.
- Valles B, Castillo E, Ocaña E, Jarillo J. (2014). *Cratylia argentea*: un arbusto forrajero potencial en sistemas silvopastoriles: Rendimiento y calidad de accesiones según las edades de rebrote y estaciones climáticas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente.*; 20(2): 277-293. Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.11.040>.

EL NOPAL UNA ALTERNATIVA FUNCIONAL PARA LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO EN LAS TUNAS

PRICKLY PEAR CACTUS A FUNCTIONAL ALTERNATIVE FOR CATTLE FEEDING IN LAS TUNAS

Santa Laura Leyva Rodríguez, lauralr@ult.edu.cu

Yamilé Batista Yero, ybatista@ult.edu.cu

Madelaine Meriño Lara, mmeriño@ult.edu.cu

Thomas Alejandro Pereira Rodríguez, thomasito.pereira02@gmail.com

Daniela Rodríguez Rondón, danielad8717615@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del Nopal (*Opuntia ficus-indica* (L.) y determinar su adaptabilidad, se seleccionaron dos agroecosistemas en la zona centro de la provincia de Las Tunas. La finca pertenece al productor Odelin Leyva González perteneciente a la CCS Eliseo Reyes. La investigación se desarrolló en el período comprendido de marzo a octubre de 2022. El experimento estuvo representado por dos sistemas de uso, sistema a pleno sol y sistema agroforestal. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas. Se realizaron evaluaciones a las plantas que incluyeron indicadores de crecimiento y rendimiento. Todos los datos se procesaron mediante un análisis de varianza no paramétrica T student para $p < 0,05$ para lo cual se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT Versión 2017. Las variables masa fresca y seca, grosor del cladodio, % de humedad y rendimientos fueron superiores en el Nopal a pleno sol respecto al Nopal del sistema agroforestal, sin embargo la longitud del cladodio y el área fotosintética no mostraron diferencias estadísticas, esto demuestra que en cualquiera de los dos sistemas, este cultivar (*Nopalea cochenillifera*) puede ser utilizado como alternativa para la producción de forraje. Los rendimientos de masa fresca y seca en el sistema a pleno sol fueron de $12,11 \text{ t ha}^{-1}$ y de $1,22 \text{ t ha}^{-1}$ (respectivamente) superiores a los del sistema agroforestal que alcanzaron rendimientos de $4,41 \text{ t ha}^{-1}$ y de $0,54 \text{ t ha}^{-1}$.

PALABRAS CLAVES: carbohidrato, cladodio, forraje.

ABSTRACT

Two agroecosystems were selected in the central zone of the province of Las Tunas in order to evaluate the behavior of *Opuntia ficus-indica* (L.) and determine its adaptability. The farm belongs to the producer Odelin Leyva González belonging to the CCS Eliseo Reyes. The research was developed in the period from March to October 2022. The experiment was represented by two systems of use, full sun system and agroforestry system. A randomized block experimental design with three replications was used. Plant evaluations were performed including growth and yield indicators. All data were processed using a nonparametric T student analysis of variance for $p < 0.05$ using the statistical package INFOSTAT Version 2017. The variables fresh and dry mass, cladode thickness, % moisture and yields were higher in the Nopal in full sun with respect to the Nopal in the agroforestry system, however the cladode length and photosynthetic area

showed no statistical differences, this shows that in any of the two systems, this cultivar (*Nopalea cochenillifera*) can be used as an alternative for forage production. The fresh and dry mass yields in the full sun system were 12.11 t ha⁻¹ and 1.22 t ha⁻¹ (respectively) higher than those of the agroforestry system, which reached yields of 4.41 t ha⁻¹ and 0.54 t ha⁻¹.

KEY WORDS: carbohydrate, cladode, forage.

INTRODUCCIÓN

Opuntia ficus-indica, conocido comúnmente como nopal verdura, forma parte de la familia Cactáceas, con aproximadamente 377 especies utilizados para consumo humano, como alimento para ganado o en diferentes industrias.

Es una planta suculenta que le permite adaptarse a condiciones de estrés hídrico, temperaturas extremas y salinidad, entre otros factores adversos (Torres-Ponce y otros, 2015), por lo que tiene un papel importante en el suministro de agua, fibra y nutrientes para la cría de animales bovinos, ovinos, caprinos y fauna silvestre.

Se introdujo en Las Tunas para potenciar la alimentación animal, sin embargo, su aceptación y generalización por los productores es aún insuficiente, debido al desconocimiento de sus propiedades y adaptabilidad en la región, por lo que el objetivo del presente trabajo es comparar indicadores agroproductivos del nopal en dos agroecosistemas en el municipio Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la finca del productor Odelín Leyva González perteneciente a la CCS Eliseo Reyes en el municipio Las Tunas.

La investigación se desarrolló en el período comprendido de marzo a octubre de 2022 y estuvo representado por dos sistemas de uso: Sistema a pleno sol (Nopal- PS) y Sistema Agroforestal (Nopal- SA).

Las variables climáticas (figura1) del período en que se desarrolló la investigación se muestran a continuación.

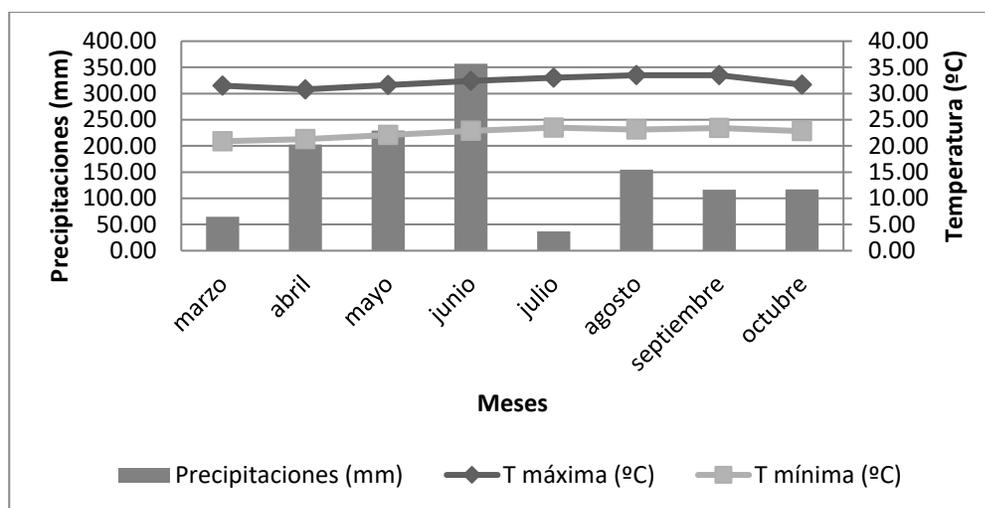


Figura 1. Variables climáticas

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres réplicas. Cada parcela contó con cuatro surcos de 4 m de largo a una distancia entre surcos de 0,50 m y 0,50 m entre plantas. Para las evaluaciones realizadas se tomaron diez plantas de cada parcela de los dos surcos centrales.

Los Indicadores evaluados fueron: altura de la planta (cm); número de cladodios (u); longitud, ancho y grosor del cladodio (cm); masa fresca y seca de la planta (g); contenido de carbohidratos; área fotosintética activa y rendimiento $t\ ha^{-1}$. Todos los datos se procesaron mediante un análisis de varianza no paramétrica T student para $p < 0,05$ para lo cual se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT Versión 2017 (Di Rienzo y otros, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables de altura de la planta y número de cladodios

La altura de la planta y el número de cladodio influye en la producción del material vegetativo disponible, puesto que cada brote representa un futuro cladodio a cosecha. Además, refleja la capacidad de brotación y formación de nuevos órganos vegetativos de la planta (Inglese y Liguori, 2012).

La altura de la planta y el número de cladodios fue significativamente superior en el sistema a pleno sol respecto al sistema agroforestal (Tabla 1). La altura de la planta (33,54 a 51,21 cm) coincide con los resultados reportados por Bacarrillo y otros, (2021) quienes encontraron valores entre 39,5 a 67,6 cm a los ocho meses de corte de los cladodios.

El número de cladodios coinciden con los menores valores encontrados por Barranquillo en condiciones desfavorable de humedad. Al respecto, Florido y Bao (2014) reportan que el estrés hídrico a nivel de sobrevivencia, tiene como repercusión una menor capacidad reproductiva en las plantas.

Tabla 1. Comportamiento de la altura y número de cladodio en los sistemas estudiados

Tratamiento	Altura de la Planta (cm)	Número de Cladodio
Nopal-PS	51,21 a	3,5 a
Nopal-SA	33,54 b	2,3 b
T	4,71	3,39
P	0,0003	0,0038

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Variables longitud, ancho y área fotosintética del cladodio

La longitud y ancho determinan el área foliar de los nuevos cladodios. En la medida que aumenta el área foliar se incrementa el rendimiento y a su vez los niveles de fotosíntesis con lo cual aumenta la biomasa producida.

La longitud y ancho del cladodio (Tabla 2) no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Estos resultados muestran que, en ambos sistemas, este cultivar (*Nopaleacochenillifera*) puede ser utilizado sin presentar impactos negativos en el crecimiento de cladodio, que es la unidad básica de producción de forraje. Aun cuando para la longitud del cladodio no hubo efecto por sistemas, esta variable fue mayor que lo alcanzado por Sánchez y otros, (2018), los que reportaron valores de 10,76 a 11,55 cm.

Tabla 2. Longitud del cladodio, ancho del cladodio y área fotosintética

Tratamiento	Longitud del cladodio	Ancho del cladodio	Área fotosintética
Nopal-PS	18,17	5,48	133,34
Nopal-SS	18,13	4,52	109,41
T	0,03	1,98	1,39
P	0,97	0,06	0,18

Relación del grosor del cladodio y % de humedad

La diferencia del contenido de humedad entre los nopales puede deberse al tamaño desigual o crecimiento de los cladodios, pues la humedad aumenta como resultado del desarrollo del parénquima que conduce a un incremento a la capacidad de almacenamiento de agua (Meraz-Maldonado y otros, 2012).

El grosor del cladodio y el contenido de humedad mostraron diferencias significativas entre sistemas (tabla 3), con valores superiores para el sistema con sol. En la variable grosor del cladodio los valores son superiores a los alcanzados por Bacarrilloe y otros (2021) al comparar tres variedades, en las que el cultivar Chapingo fue significativamente mayor ($p < 0.05$), con valores de 1,1 y 1,0 cm, para condiciones muy favorables y favorables de humedad respectivamente, lo que indica que las condiciones climáticas fueron óptimas para el desarrollo del cultivo.

Tabla 3. Evaluación de grosor del cladodio y % de humedad

Tratamiento	Grosor del cladodio	% Humedad
Nopal-PS	2,30a	89,95a
Nopal-SS)	1,88b	87,58b
T	3,4	2,23
P	0,0034	0,0366

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Los valores de humedad oscilan entre 87 % y 90 % para el sistema agroforestal y el sistema a pleno sol respectivamente. Los cladodios (pencas) transforman la luz en energía química a través de la fotosíntesis, están recubiertos por una cutícula del tipo lipídica, interrumpida por la presencia de las estomas que permanecen cerrados durante el día. La cutícula del cladodio evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas del verano (Pratt, Frnck y Sudzuki, 2018).

Por otra parte, Hernández (2017) plantea que el contenido de las células vegetales es un medio siempre rico en agua y el porcentaje de ésta, es diferente según las funciones fisiológicas y edad de los tejidos, máxime durante el período del crecimiento, pudiendo alcanzar, por lo tanto, en los órganos jóvenes, del 90 al 95%, valores que coinciden con los alcanzados en nuestro trabajo.

El contenido de agua de los cladodios también puede variar con la disponibilidad de agua del suelo durante el cultivo y su disminución en los tejidos ocasionada por la pérdida de vapor debida a la transpiración lo que afecta la apariencia del cladodio (Inglese, Liguori y Barrera, 2018).

Comportamiento de las variables masa fresca, seca y % de masa seca

La planta de Nopal tiene una producción más eficiente de materia fresca y seca por unidad de agua consumida que supera a los pastos y leguminosas y a otras especies forrajeras, por presentar un sistema fotosintético especializado y otras características como la succulencia de sus tejidos (FAO-ICARDA 2018 citado por Bacarrillo y otros, 2021).

Al evaluar la masa fresca y seca en los dos sistemas estudiados (Tabla 4), se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en las tres variables, los resultados mayores se obtuvieron en el primer tratamiento en cuanto a masa fresca y masa seca que difieren estadísticamente del tratamiento 2, sin embargo, el segundo tratamiento obtuvo mayor por ciento de masa seca, con diferencias estadísticas del nopal a pleno sol.

Tabla 4. Evaluación de la masa fresca, seca y % de masa seca en dos ecosistemas

Tratamiento	Masa fresca	Masa seca	% Masa seca
Nopal-PS	336.4 a	34.06 a	9.98 b
Nopal-SS	122.7 b	15.12 b	12.37 a
T	4.71	3.39	2.3
P	0.0003	0.0038	0.0312

Medias con letras diferentes en una misma columna presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

Por su parte Bacarrillo y otros (2021) alcanzó valores de 1770 g y 173,5 g de biomasa fresca y seca por planta, resultados superiores a los reportados en esta investigación. Estos investigadores refieren que esos resultados pudieron estar influenciados por un contenido favorable de humedad en el suelo. Además, la producción de biomasa fresca

y seca, depende de una gran diversidad de factores, como el material genético utilizado, condiciones de manejo y ambientales, densidad de población, entre otros (González y otros 2018).

Rendimiento del Nopal en ambos agroecosistemas

La acumulación de materia seca es una forma de expresar la eficiencia de la planta en la utilización de los factores que inciden en su desarrollo. El rendimiento en nopal se puede determinar cómo: número de brotes o nopalitos y en peso de los nopalitos, los brotes listos para cosecharse pueden tener las dimensiones de 10 - 15 cm g.

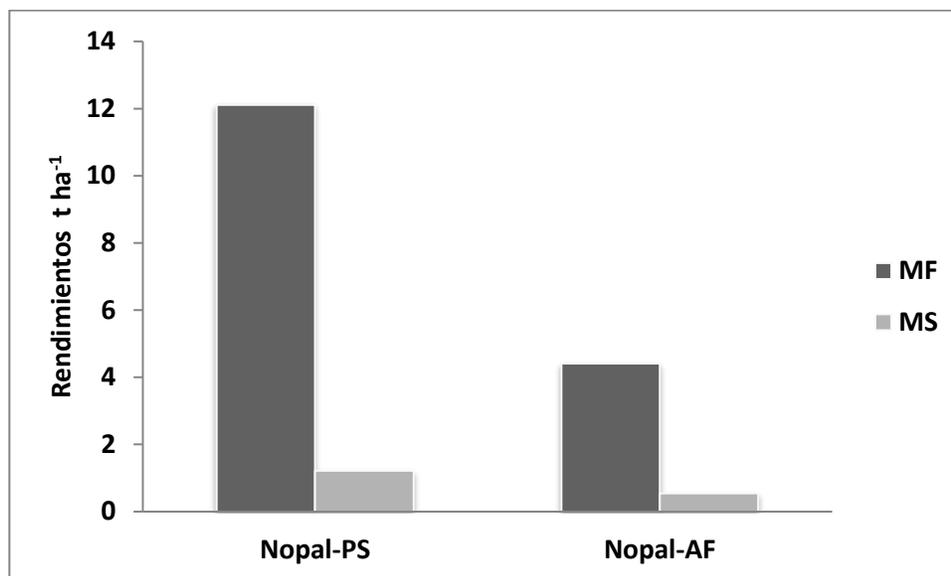


Figura 2. Rendimiento de masa fresca y seca en los sistemas estudiados

Los rendimientos obtenidos en masa fresca y seca en el sistema a pleno sol fueron de 12.11 t ha⁻¹ y de 1.22 t ha⁻¹ (respectivamente) superiores a los del sistema agroforestal que alcanzaron rendimientos de 4.41 t ha⁻¹ y de 0.54 t ha⁻¹. Estos valores son similares a los obtenidos por Bacarrillo y otros, (2021) de 11.8 t ha⁻¹ y 1.15 t ha⁻¹ (biomasa fresca y seca) respectivamente, en cortes de cladodios después de ocho meses de realizado el trasplante.

Sánchez y otros, (2018), reportaron rendimientos entre 0.35 a 0.45 t ha⁻¹ de biomasa seca, bajo diferentes densidades de población en *Opuntia ficus-indica*. En tanto que Flores y otros (2019), reportaron productividad de biomasa fresca de nopal entre 106.4 y 199.5 t ha⁻¹ año⁻¹ en densidades de plantación superiores a las 50 000 plantas ha⁻¹.

Evaluación del contenido de carbohidratos no fibrosos

Los principales componentes de los nopales frescos son polímeros que contienen un 4.5% de carbohidratos, además de mucílago y pectina (Sáenz y otros, 2012). El mucílago es considerado un polímero (similar a la pectina) compuesto de arabinosa, galactosa, xilosa y ramonosa como azúcares neutrales, y de una pequeña cantidad de ácido galacturónico (Medina y otros, 2002 citado por Azucena, 2018).

Los carbohidratos se incrementan durante el desarrollo, mientras que la proteína y la fibra disminuyen (Dubeux y otros, 2012).

Además, Luo y Nobel (1993) e Inglese y otros (1994) citado por Inglese, Liguori y Barrera (2018) demostraron que los cladodios jóvenes competían con los frutos en una relación fuente-demanda, como lo indicaron sus tasas absolutas de crecimiento (TAC). Sin embargo, después se tornaron fuente de carbohidratos en una etapa temprana de su desarrollo en un momento que coincidió con el desarrollo de las flores o la primera etapa del desarrollo del fruto.

Lo anterior puede haber influenciado en los resultados en la determinación de carbohidratos a los cladodios, pues estos estaban en etapa de desarrollo antes de la floración. Al comparar los resultados de la determinación de carbohidratos (Figura 2) no existió diferencias estadísticas entre tratamientos.

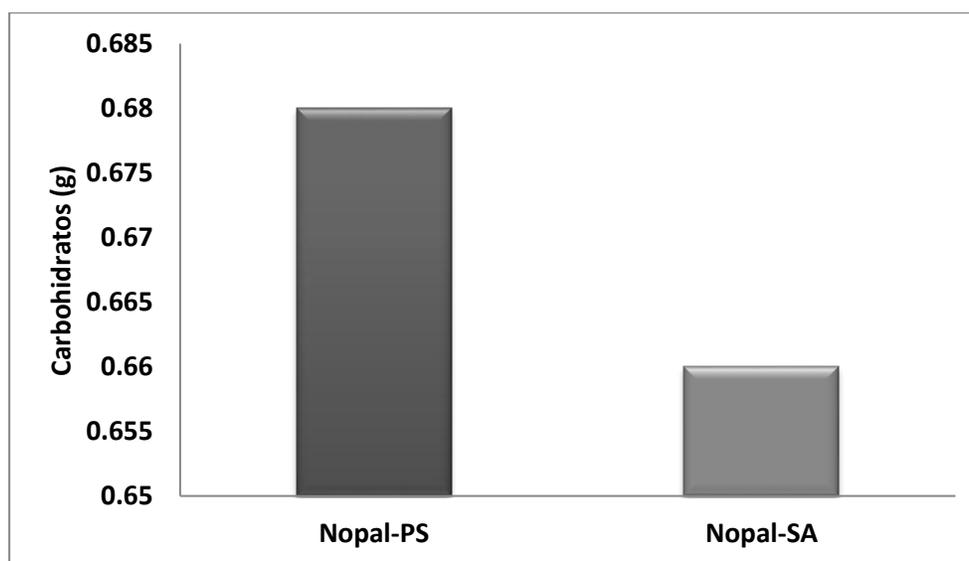


Figura 2. Carbohidratos totales en el sistema a pleno sol y en el agroforestal

Las dietas ricas en carbohidratos como la melaza y el nopal mejoran la palatabilidad y la fermentación en el rumen, lo que usualmente conduce a un incremento de la masa seca total. En dependencia de la composición de la dieta, la inclusión de nopal resulta en incremento de la digestibilidad de la materia orgánica (MO). El suministro de nopal no tiene efecto negativo en la digestibilidad de la dieta, sino que puede incluso mejorarla y es recomendable asociarlo con alimentos fibrosos, así como con suplementos apropiados, en particular aquellos ricos en nitrógeno (Dubeux y otros., 2012)

CONCLUSIONES

El nopal cultivado a pleno sol alcanzó valores superiores en producción de bioamasa fresca y seca, grosor del cladodio y porcentaje de humedad.

La longitud del cladodio y el área fotosintética no mostraron diferencias estadísticas, por lo que puede ser utilizado como alternativa para la producción de forraje, en cualquiera de los sistemas.

Los rendimientos de masa fresca y seca en el sistema a pleno sol fueron de 12,11t ha⁻¹ y de 1,22 t ha⁻¹(respectivamente) superiores a los del sistema agroforestal que alcanzaron rendimientos de 4,41t ha⁻¹ y de 0,54 t ha⁻¹.

REFERENCIAS

- Azucena, M. (2018). Propiedades nutricionales y medicinales de frutos y cladodios de nopal. En P. Inglese, C. Mondragon Jacobo, A. Nefzaoui y C. Saenz (eds.), *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*, (pp. 155-162).
- Bacarrillo-López, R., Pedroza-Sandoval, A., Inzunza Ibarra, M. A., Flores-Hernández, A., & Macías-Rodríguez, F. J. (2021). Productividad de forraje de variedades de nopal (*Opuntia* spp.) bajo diferentes regímenes de humedad del suelo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 8(3). Recuperado de <https://doi.org/10.19136/era.a8n3.2878>
- Dubeux Jr, J. C. B., Santos, M. V. F., Cavalcante, M., & Santos, D. C. (2012). Potencial da palma forrageirana América do Sul. *CACTUSNET*, 29.
- Flores-Hernández, A., Macías, R., FJ, E. I., Murillo-Amador, M., García-Hernández, J., & Rueda-Puente, E. O. (2019). Evaluación del nopal forrajero (*Opuntia* spp) en el Norte de México como opción para su enriquecimiento proteico. *Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible*, AC pp. 1474-1489.
- Florido, B.M. y Bao, F.L. (2014). Tolerancia a estrés por déficit hídrico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales* 35: 70-88.
- González, A.D., Álvarez, H.U., y Lima, O.R. (2018) Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo. *Centro Agrícola* 45: 77-82.
- Hernández, (2017). *Identificación de la especie del picudo que afecta a la espina del nopal (Opuntia-ficus indica) en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México* (Tesis de pregrado), Universidad Tecnológica, Tehuacán, México.
- Inglese, P., Liguori, G. y de la Barrera, E. (2018). Eco fisiología y biología reproductiva de nopales cultivados. En P. Inglese, C. Mondragon Jacobo, A. Nefzaoui y C. Saenz (eds.), *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*, (pp. 31-42).
- Meraz-Maldonado, N., Valle-Guadarrama, S., Hernández-Morales, J., Anaya-Rosales, S., Rodríguez-Maciel, J. C., & Leyva-Ruelas, G. (2012). Quality of three sizes of prickly pear cactus stems (*Opuntia ficus indica* L“Atlisco”).*African Journal of Agricultural Research*, 7(32), 4512-4520.
- Pratt, L., Franck, N y Sudzuki, F (2018). Morfología y anatomía de *Platiopuntia*. En P. Inglese, C. Mondragon Jacobo, A. Nefzaoui y C. Saenz (eds.), *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*, (pp. 21-28).
- Saenz, C., Yoong, M., Figuerola, F., Chiffelle, I., & María Estevez, A. (2012). Cactus pear cladodes powders as a source of dietary fibre: purification and properties. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(3), 283-289.

Sánchez, H., Ochoa, G., Alfaro, R., y Peña, P. (2018). Evaluación de la capacidad forrajera de *Opuntia ficus*. *Manglar*, 14: 115-124.

Torres-Ponce, R.L., Morales-Corral, D., Ballinas-Casarrubias, M.D.L. y Nevárez-Moorillón, G.V. (2015). El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6: 1129-1142.

EMPLEO DE BIOPRODUCTOS EN EL CULTIVO DE LA SOYA (*GLYCINE MAX*, (L) MERRIL)

USE OF BIOPRODUCTS IN THE CULTIVATION OF SOYBEAN (*GLYCINE MAX*, (L) MERRIL)

Glada González Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

Carlos Pupo Fera, cpupo@ult.edu.cu

Vener Pérez Lemes, venerpl@ult.edu.cu

Oscar Carmenate Figueredo, oscarcf@ult.edu.cu

Lianysleidis Mendoza Alvarez, lianysleidismaagro@estudiantes.ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se desarrolló en la finca “Los Torres” perteneciente a la CCS “José Antonio Labrador”, en el municipio Las Tunas entre los meses de junio y octubre del 2022, con el objetivo de evaluar la influencia de cuatro bioproductos en variables morfológicas y de rendimiento de cultivo de la soya (*Glycine max*). Se empleó un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron: Control sin aplicación, Quitosano, Lixiviado de humus, Extracto de moringa y EcoMic® solo y combinado con estos tres bioestimulantes. Las variables analizadas fueron: altura de la planta, número de vainas por plantas, masa de 100 granos y el rendimiento. Los datos obtenidos se procesaron en el empleo del paquete estadístico InfoStat 2020. El incremento del rendimiento de las variantes bioestimuladas respecto al tratamiento Control estuvo entre las 0,5 y 1,283 t ha⁻¹ lo que representa un porcentaje entre el 64,93 y 166,23 %. El empleo de EcoMic® + Extracto de moringa se destacó como el tratamiento que mayor influencia presentó en la mayoría de las variables morfológicas y del rendimiento.

PALABRAS CLAVES: bioestimulantes, extracto de moringa, micorrizas, soya, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out at the "Los Torres" farm belonging to the CCS "José Antonio Labrador", in the municipality of Las Tunas between June and October 2022, with the objective of evaluating the influence of four bioproducts on morphological variables and crop yield of soybean (*Glycine max*). A randomized block design was used, with eight treatments and three replications. The treatments were: control without application, chitosan, humus leachate, moringa extract and EcoMic® alone and combined with these three biostimulants. The variables analyzed were: plant height, number of pods per plant, 100-grain mass and yield. The data obtained were processed using the statistical package InfoStat 2020. The yield increase of the biostimulated variants with respect to the control treatment was between 0.5 and 1.283 t ha⁻¹, which represents a percentage between 64.93 and 166.23 %. The use of EcoMic® + Moringa extract stood out as the treatment with the greatest influence on most of the morphological and yield variables.

KEY WORDS: biostimulants, moringa extract, mycorrhizae, soybean, yield.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el cultivo de la soya ha cobrado importancia, pues a pesar de que desde 1904 se trabaja con el mismo, no es hasta el período especial cuando los productores y directivos toman conciencia de su extraordinaria importancia, especialmente por su alto contenido de proteína y grasa. Su composición es de 30 a 50 % de proteínas, 20 % de grasa, y 24 % de carbohidratos, además, contiene vitaminas como la E, la K y minerales como hierro (Fe), fósforo (P), magnesio (Mg), cobre (Cu) y calcio (Ca) (Qin *et al.*, 2022).

En las condiciones actuales la fertilización de la soya se basa fundamentalmente en la aplicación de productos químicos lo que hace insostenible sus producciones desde el punto de vista económico y ecológico. Es por ello que para contrarrestar su impacto negativo en los últimos tiempos se incrementa el uso de bioproductos que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés a las condiciones adversas del medio, favorecen el crecimiento, desarrollo y rendimiento, y disminuyen de esta forma el uso de sustancias químicas.

En Las Tunas la producción de soya ha sido más bien a un nivel experimental que productivo, sin haberse logrado el establecimiento a gran escala, para revertir este problema se han llevado a cabo varios trabajos investigativos, ferias campesinas sobre el cultivo de la soya las cuales han reunidos a productores de cultivos varios, cerdos y otros animales (Santiesteban y Ruiz, 2020). Si se toma en cuenta la importancia del cultivo de la soya en el mundo y en particular en Cuba, así como la necesidad de validar bioproductos que permitan incrementar sus rendimientos y conservar nuestro medioambiente. Por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar la influencia de bioestimulantes en variables morfológicas y de rendimiento de cultivo de la soya en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo erógeno, sin carbonato en la Finca “Los Torres” del municipio Las Tunas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la finca “Los Torres” de a la CCS “José Antonio Labrador”, en la comunidad La Horqueta, Camino El Oriente, municipio Las Tunas. Para la caracterización química del suelo, se realizaron cinco minicalcatas distribuidas al azar. El suelo pertenece al agrupamiento Fersialíticos clasificado como Fersialítico Pardo Rojizo erógeno, sin carbonatos según la clasificación de los suelos de Cuba. Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Las Tunas. La tabla 1 muestra los resultados de la condición inicial del suelo.

Tabla 1. Características del suelo

	Horizontes (cm)	pH	P ₂ O ₅	M. O.
Muestras	0-15	8,17	30	3,22
	16-30	8,01	28	2,19

Los datos climáticos, fueron tomados de los registros del Centro Provincial de Meteorología en Las Tunas, perteneciente al Instituto de Meteorología (Insmet, 2022).

Tabla 2. Comportamiento de las variables climáticas

Meses	Tempertura media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Junio	23,6	71,6	2,7
Julio	24,2	74	55,8
Agosto	25,1	71,3	64,6
Septiembre	25,1	73,6	202,5
Octubre	25,8	79	223,1

El experimento se montó con un diseño experimental de bloque al azar con ocho tratamientos y tres réplicas. Cada parcela experimental contó con 12 m².

Los tratamientos fueron: Control sin aplicación, *EcoMic*®, Lixiviado de humus, Qitosano (1,0 L ha⁻¹), Extracto foliar de moringa, *EcoMic*® + Lixiviado de humus, *EcoMic*® + Qitosano, *EcoMic*® + Extracto foliar de moringa.

Las cepas de HMA utilizadas en los tratamientos presentaron una concentración de 20 esporas g⁻¹. Las semillas se recubrieron con el producto en forma de mezcla 24 horas antes del momento de la siembra y se preparó con una proporción inóculo/agua de 2:1 (Inca, 2007)). La obtención del extracto foliar de hojas de moringa se basó en la Metodología referida por Meade y Lela, (2014) con empleo de hojas de menos de 40 días de brotadas mientras que el quitosano empleado se obtuvo en el laboratorio de Química de la Universidad de Las Tunas. La materia prima empleada para producir el quitosano fue a partir de exoesqueletos de camarón (*Litopenaeus vannamei*), facilitados por Pescatun.

Las aspersiones foliares de Qitosano (1 L ha⁻¹), las de lixiviado de humus (2 L ha⁻¹) y el extracto foliar de hojas de moringa se realizaron cada 15 días hasta dos semanas después de la floración con una mochila matabi de 16 L de capacidad.

La siembra se realizó el 17 de junio del 2022 de forma manual a una profundidad de 4 cm y la distancia entre surcos de 0,70 m y 0,15 m entre plantas. Se utilizó el cultivar de soya Incasoy 26.

Los volúmenes de las precipitaciones estuvieron por debajo de las necesidades hídricas, por ello durante todo el ciclo del cultivo se aplicaron seis riegos. El control de malezas se realizó de forma manual con el empleo de azadones, mientras que el manejo de plagas no fue necesario ya que la entomofauna del lugar estaba dotada de un gran número de especies depredadoras y por ende beneficiosas para el cultivo. La cosecha se realizó de forma manual el día 10 de octubre de 2022.

Se evaluó la altura de la planta (cm), número de vainas por plantas (u), masa de 100 granos (g) y el rendimiento (t ha⁻¹) en 20 plantas seleccionadas en cada uno de los tratamientos.

Procesamiento estadístico de los datos

Los datos obtenidos, se sometieron al análisis de varianza de clasificación doble y las medias se compararon con el empleo del test de Tukey para un nivel de significación $\alpha = 0,05$ % con el uso del paquete estadístico InfoStat versión 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de las plantas (Tabla 3) alcanzadas con el empleo de EcoMic® combinado con Extracto foliar de moringa y Quitosano mostraron diferencias estadísticas con la mayoría de los tratamientos excepto con la variante donde se aplicó Lixiviado de humus de manera independiente el que a su vez tampoco difirió de las alturas alcanzadas con el uso de EcoMic® solo y combinado con Lixiviado de humus. El resto de los tratamientos mostraron altura de las plantas inferiores sin diferir estadísticamente entre ellos.

Tabla 3. Altura de plantas de soya tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Altura de la planta (cm) Cosecha
Control sin aplicación	54,26 d
EcoMic®	59,23 bc
Lixiviado de humus	61,88 ab
Quitosano 1,0 L ha ⁻¹	56,89 cd
Extracto foliar de moringa	57,29 cd
<i>EcoMic</i> ® + Lixiviado de humus	59,15 bc
<i>EcoMic</i> ® + Quitosano	65,09 a
<i>EcoMic</i> ® + Extracto foliar de moringa	62,81 a
CV %	9,04
EE \bar{X}	1,2

Valores con letras diferentes para los tratamientos en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ($p \leq 0,05$)

Alturas de las plantas inferiores fueron informadas por Céspedes (2022) al estudiar el efecto de varios bioestimulantes en el cultivo de la soya en áreas de la CCS 35 Aniversario del municipio de Las Tunas. Este autor comprobó que la combinación de EcoMic®+Quitosano a razón de 1,5 L ha⁻¹ y la aspersion de este biproducto de manera independiente a la misma dosis, fueron los tratamientos que mayor efecto presentaron sobre esta variable.

Los resultados obtenidos con el empleo de micorrizas sola o combinados con los demás bioestimulantes no se corresponden con los obtenidos por Sauvu *et al.* (2020), quienes

no encontraron un efecto sobre esta variable cuando aplicaron el biofertilizante solo en el cultivo de la soya en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico de la provincia de Mayabeque.

El efecto positivo de la aplicación de quitosano en la altura de las plantas también está documentado en otras especies de importancia económica para nuestro país. Pedroso *et al.* (2019), informaron alturas de las plantas de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) superiores con aplicaciones foliares a razón de 300 mg ha⁻¹ a los 20 días luego del trasplante. Estos mismos autores citaron además a Shehata *et al.*, (2012) quienes comprobaron que en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.) se incrementó la altura de la planta con respecto al testigo al aplicar 4 g L⁻¹.

Es válido destacar que el quitosano estimula la germinación, vigor de las plantas, la absorción de nutrientes y aumenta la fotosíntesis. Además, protege a las plantas contra enfermedades al inducir respuestas de defensa como son: acumulación de fitoalexinas, proteínas relacionadas con la patogenicidad, inhibidores de proteinasas y síntesis de ligninas. Estas propiedades, unidas a los beneficios que trae el empleo de las micorrizas, pudieron propiciar el efecto observado en la altura de las plantas con el empleo de estas variantes combinadas.

Así mismo, las alturas alcanzadas con la combinación de micorrizas y extracto foliar de hojas de moringa se pudieron deber a los efectos positivos en la absorción de agua y nutrientes del biofertilizante y al efecto bioestimulante de la moringa. La moringa dentro de sus componentes tiene un alto contenido de proteínas y aminoácidos, así como la presencia del regulador fisiológico del grupo de las citocininas y de manera específica la zeatina, que tiene una función especial en la regeneración de los tejidos, que son fundamentales en las diferentes etapas y fases fenológicas de un vegetal.

En uso combinado de *EcoMic*® + Extracto foliar de moringa mostró número de vainas por plantas (Tabla 4) estadísticamente superiores a la mayoría de los tratamientos excepto a los resultados obtenidos con el uso de las variantes donde se asperjó Extracto foliar de moringa y se combinó el biofertilizante aplicado a la semilla con la aplicación foliar de Lixiviado de humus. Este último tratamiento no difirió desde el punto de vista estadístico con los valores obtenidos en esta variable con el empleo combinado de *EcoMic*® + Quitosano. El tratamiento que presentó las cantidades de vainas por plantas estadísticamente inferior fue el Control.

Tabla 4. Número de vainas por plantas de soya tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Número de vainas por plantas (U)
Control sin aplicación	37,80 e
EcoMic®	52,50 d
Lixiviado de humus	65,40 bc
Quitosano 1,0 L ha ⁻¹	53,10 d
Extracto foliar de moringa	70,65 ab

<i>EcoMic</i> ® + Lixiviado de humus	68,95 ab
<i>EcoMic</i> ® + Quitosano	60,60 c
<i>EcoMic</i> ® + Extracto foliar de moringa	75,35 a
CV %	9,33
EE \bar{X}	0,16

Valores con letras diferentes para los tratamientos en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ($p \leq 0,05$)

Cabe resaltar que el uso de quitosano o sus derivados en cultivos de la familia de las fabáceas influye de forma positiva en cuanto al número de vainas formadas por plantas lo cual se ve marcado en diferentes investigaciones que se han llevado a cabo por diversos especialistas (Jiménez *et al.*, 2020 y Mirbolook *et al.*, 2021).

Algunos autores reconocen el efecto estimulador del crecimiento de los extractos crudos acuosos de hojas de *M. oleifera*, asociado a la presencia de aminoácidos, iones minerales como K^+ y Ca^{2+} , ácido ascórbico y compuestos fenólicos. Mientras que las micorrizas juegan un papel fundamental. Varios autores (Wen *et al.*, 2022 y Lowenfels, 2022), plantean que las micorrizas mejoran la capacidad de absorción de agua y de nutrientes del suelo ya que sus hifas, al explorar el suelo, llegan a los lugares donde difícilmente pueden llegar las raíces de las plantas por sí solas. Además, los HMA incrementan la conductividad hidráulica de las raíces y favorecen la adaptación del balance osmótico.

El empleo de las micorrizas en tratamiento a las semillas combinada con aspersiones foliares de Lixiviado de humus y Extracto foliar de moringa mostraron masas de 100 granos (Tabla 5) estadísticamente superiores que el resto de los tratamientos, seguidos por el uso de *EcoMic*® + Quitosano. La variante que mostró los resultados significativamente inferiores en esta variable fue el Control sin aplicación mientras que los demás tratamientos mostraron resultados intermedios.

Tabla 5. Masa de 100 granos plantas de soya tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Masa de 100 granos (g)
Control sin aplicación	10,20 e
<i>EcoMic</i> ®	11,39 c
Lixiviado de humus	11,33 c
Quitosano 1,0 L ha ⁻¹	11,13 cd
Extracto foliar de moringa	10,39 d
<i>EcoMic</i> ® + Lixiviado de humus	12,83 a
<i>EcoMic</i> ® + Quitosano	11,94 b

<i>EcoMic</i> ® + Extracto foliar de moringa	12,75 a
CV %	3,78
EE \bar{X}	0,25

Valores con letras diferentes para los tratamientos en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ($p \leq 0,05$)

Estos resultados son inferiores a los informados por Sauvu *et al.* (2020), con la aplicación de quitosano al estudiar el efecto de diferentes bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*G. max*) cultivar Incasoy-27. Estos autores obtuvieron masas de 100 granos con el uso de micorrizas de manera independiente de 11,86 g.

El efecto de los tratamientos donde se combinaron las micorrizas con el extracto foliar de moringa y el lixiviado de humus de lombriz se puede atribuir al rico contenido de minerales que proveen estos productos orgánicos, junto con el efecto positivo de las micorrizas sobre la absorción de nutrientes, y se manifiestan en un mayor crecimiento de planta que puede garantizar una mayor productividad tanto biológica como agronómica (Alvarado *et al.*, 2018).

Como se observa en la tabla 6, el incremento del rendimiento de las variantes bioestimuladas respecto al tratamiento Control estuvo entre las 0,5 y 1,283 t ha⁻¹ lo que representa un porcentaje entre el 64,93 y 166,23 %. El Tratamiento que obtuvo el rendimiento estadísticamente superior fue donde se empleó la combinación de *EcoMic*® + Extracto foliar de moringa, seguido por el uso de *EcoMic*® + Lixiviado de humus. Las aspersiones de Lixiviado de humus y Extracto foliar de moringa y la combinación de *EcoMic*® + Quitosano mostraron resultados estadísticamente inferiores a los tratamientos antes mencionados, pero sin diferir entre ellos. Como se observa el Control sin aplicación fue el que menores rendimientos obtuvo.

Tabla 6. Rendimiento final (t ha⁻¹) de plantas de soya tratadas con diferentes bioestimulantes

TRATAMIENTOS	Rendimiento final (t ha ⁻¹)	Incremento respecto al control (t ha ⁻¹)	Incremento respecto al control (%)
Control sin aplicación	0,77 e	-	
<i>EcoMic</i> ®	1,33 d	0,56	72,72
Lixiviado de humus	1,57 c	0,8	103,89
Quitosano 1,0 L ha ⁻¹	1,26 d	0,5	64,93
Extracto foliar de moringa	1,52 c	0,75	97,04
<i>EcoMic</i> ® + Lixiviado de humus	1,88 b	1,11	144,15
<i>EcoMic</i> ® + Quitosano	1,45 c	0,68	88,31

<i>EcoMic</i> ® + Extracto foliar de moringa	2,05 a	1,28	166,23
CV %	7,24		
EE \bar{X}	0,012		

Valores con letras diferentes para los tratamientos en una misma columna indican diferencias significativas según la prueba de Tukey HSD ($p \leq 0,05$)

Es conocido que la aplicación de fertilizantes químicos incrementa el crecimiento y la productividad de los cultivos, sin embargo, la eficiencia en la absorción y uso de los nutrientes a veces es limitada y esta situación pudiera ser revertida con el uso de bioestimulantes. El extracto foliar de moringa podría ser una alternativa para la sostenibilidad de la producción de la soya en nuestro país, en la que se aplican altos volúmenes de insumos para el manejo de plagas y fertilización.

La aplicación del extracto de *M. oleífera* en aspersiones foliares sobre trigo, obtuvieron un aumento de 10,7 % en la producción de grano. Dichos autores también citan resultados favorables de incremento del rendimiento en otros cultivos: millo (23,3 %), arroz (45,8 %), pepino (62,9 %) y melón (36,8 %).

Se ha comprobado que en el extracto acuoso de hojas de moringa existen cantidades considerables de zeatina que es una hormona de crecimiento natural eficaz. Muchos cultivos como la soja, el maíz y el café pueden mejorar sus rendimientos entre un 25 % y un 30 % con el uso de este bioestimulante. Además, el extracto de hoja de moringa se utiliza como hormona de crecimiento vegetal para mejorar la germinación de las semillas y el crecimiento y rendimiento de las plantas.

En resumen, el árbol de moringa contiene muchos minerales beneficiosos, vitaminas y compuestos bioactivos principalmente en las hojas, por lo tanto, puede ser utilizado como una fuente de nutrientes para las plantas en los países tropicales y subtropicales en desarrollo. De ahí que, el extracto acuoso de hojas de moringa rico en nutrientes, de fácil extracción y preparación y sobre todo respetuoso al medio ambiente, sea una alternativa muy recomendable para los agricultores crecimiento (Yaseen y Takácsné, 2020).

Así mismo, los rendimientos obtenidos en la investigación pudieron estar influenciados por las características edafoclimáticas imperantes en el área experimental. Así, el suelo presentó un pH medianamente alcalino (Anexo 1). Este valor está por encima del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) plantea que la soya se desarrolla en suelos con un pH de 5,5 a 7,0, pero el ideal suele estar entre 6 a 6,5 (Ramírez. 2016).

Respecto al contenido de fósforo asimilable en el suelo (Anexo 1) los valores indican un contenido bajo que pudo influir en el establecimiento de las micorrizas y en los rendimientos del cultivo. Una planta con la disponibilidad correcta de fósforo crecerá vigorosamente y madurará más temprano que otras plantas que carecen del mismo; al igual que el nitrógeno, el fósforo es un factor de crecimiento muy importante, así como del desarrollo radicular el que se ve favorecido por una correcta aportación de este nutriente al principio del ciclo vegetativo (Herrera, 2020).

En el caso de la humedad relativa (Tabla 2), en el área experimental se comportó en un rango entre 71,3 % y 79 % en correspondencia con las precipitaciones ocurridas durante esta etapa. Estudios muestran que la disminución del vigor de las semillas es una respuesta del deterioro causado por varios factores, fundamentalmente la elevada humedad relativa por causa de lluvias durante el período cercano a la madurez, y por consiguiente, estas semillas tienden a producir plántulas débiles con reducido potencial de rendimiento.

CONCLUSIONES

La aplicación de *EcoMic*® + Extracto foliar de moringa favoreció la altura de la planta y el diámetro del tallo. El incremento del rendimiento de las variantes bioestimuladas respecto al tratamiento Control estuvo entre las 0,5 y 1,283 t ha⁻¹ lo que representa un porcentaje entre el 64,93 y 166,23 %. El empleo de *EcoMic*® + Extracto foliar de moringa se destacó como el tratamiento que mayor influencia presentó en la mayoría de las variables del rendimiento del cultivo de la soya (*G. max*).

REFERENCIAS

- Alvarado, C. M., Díaz, F. A. y Allende, A. F. (2018). Gallinaza, micorriza arbuscular y fertilización química reducida en la productividad de calabacita y pepino. *Revista Inter. Cont. Amb.*, 34(2), 273-279.
- Céspedes, A. D. (2022). *Empleo de dos bioproductos en el cultivo de la soya (Glycine max, (L) Merril)*. (Trabajo Fin de grado, sin publicar, Universidad de Las Tunas).
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de <http://www.infostat.com.ar>
- Herrera, M. D. P. (2020). *Importancia del Fósforo en el incremento de la producción, en cultivos de ciclo corto*. (Trabajo Fin de grado, Universidad Técnica de Babahoyo). Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8194>
- Inca (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2007). *EcoMic, biofertilizante de amplio espectro para la producción agrícola*. Recuperado de <http://www.inca.edu.cu/productos/pdf/EcoMic.pdf>
- Insmet (Instituto de Meteorología, 2022). *Informe de Comportamiento de Variables Climáticas en el período junio-octubre 2022*. (Instituto de Meteorología). Centro Meteorológico Provincial de Las Tunas.
- Jiménez, A. M. C., González, G. L. G., Verdecia, C. A. J. y Oliva, L. A. (2020). Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a la aplicación de Azofert-F, Micorriza y QuitoMax a la semilla, en dos períodos de siembra. *Centro Agrícola*, 47(1).
- Lowenfels, J. (2022). *Cultivar con hongos: La guía de las micorrizas del jardinero orgánico*. Madrid: Melusina.
- Meade, A. y Lela, O. (2014). Usos de la Moringa en la agricultura. Moringa el super alimento. Recuperado de <http://www.colmoringa.com/articulos/usos-de-la-moringa-en-la-agricultura>

- Mirbolook, A., Rasouli, S. M., Sepehr, E., Lakzian, A. y Hakimi, M. (2021). Synthesized Zn (II)-amino acid and-chitosan chelates to increase Zn uptake by bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2).
- Pedroso, A. T. R., Pérez, J. J. R., Martínez, Y. M., Arrebato, M. A. R., Rodríguez, A. F., Fernández, Y. V. y Montiel, L. G. H. (2019). Efecto del Quitomax® en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa*, L.) var. J-104. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, 36(2).
- Qin, P., Wang, T. & Luo, Y. (2022). A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100265.
- Ramírez, V. D. G. (2016). *Evaluación de seis dosis de fertilizante status en el cultivo de soya Glycine max L. variedad INIAP 307*. (Trabajo Fin de grado, Universidad de Guayaquil). Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/9585>
- Santiesteban, I. V. y Ruiz, A. V. (2020). Evaluación agroproductiva de cultivares de soya (*Glycine max* (L) Merrill) en periodo de invierno. *Observatorio de las Ciencias Sociales en Iberoamérica*, 1(5). Recuperada de <https://www.eumed.net/uploads/articulos/4a0937b4853b5c313984cbf945952b1a.pdf>
- Sauvu, J. C., Nápoles, G. M. C., Falcón, R. A. B., Lamz, P. A. y Ruiz, S. M. (2020). Bioestimulantes en el crecimiento y rendimiento de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 41(3).
- Wen, Z., Chen, Y., Liu, Z. & Meng, J. (2022). Biochar and arbuscular mycorrhizal fungi stimulate rice root growth strategy and soil nutrient availability. *European Journal of Soil Biology*, 113, 103448.
- Yaseen, A. & Takácsné, M. (2020). Study on moringa tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaf extract in organic vegetable production: A review. *Research on Crops*, 21(2), 402-414. Recuperado de <https://10.31830/2348-7542.2020.067>

ENTOMOFAUNA ASOCIADA A LAS FORMACIONES FORESTALES EN UN SECTOR DEL ÁREA PROTEGIDA BAHÍA DE MALAGUETA, LAS TUNAS, CUBA

ENTOMOFAUNA ASSOCIATED WITH FOREST FORMATIONS IN A SECTOR OF THE PROTECTED AREA BAHÍA DE MALAGUETA, LAS TUNAS, CUBA

Alberto Méndez Barceló, mendez@ult.edu.cu

Frank Jorge Viera Barceló, fviera@ult.edu.cu

Mireldis Fonseca Pérez, mireldisfp@ult.edu.cu

RESUMEN

El objetivo fundamental del presente trabajo es determinar los agentes causales de plagas, asociados a las formaciones forestales, en un sector del área protegida Bahía de Malagueta, municipio Puerto Padre. Se identificaron los principales órdenes y familias en la Loma de la Jibarita en el área protegida Bahía de Malagueta en el municipio Puerto Padre, provincia de Las Tunas. Para ello, se desarrollaron muestreos en las formaciones forestales. La cuantificación preliminar de la entomofauna fue de 40 especies principales de insectos distribuidas en 26 familias y 8 órdenes. De ellas, 34 plagas, 4 especies pertenecientes a 4 familias y 4 órdenes son enemigos naturales de especies órdenes que están incluidos en las que constituyen plagas en 24 especies botánicas pertenecientes a las formaciones forestales de la Loma de la Jibarita y 2 especies beneficiosas por sus bioproducciones (miel, cera y propóleos).

PALABRAS CLAVES: entomofauna, órdenes, especies, familias.

ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the causal agents of pests associated with forest formations in a sector of the Malagueta Bay protected area, Puerto Padre municipality. The main orders and families were identified in the Loma de la Jibarita in the Malagueta Bay protected area in the municipality of Puerto Padre, Las Tunas province. For this purpose, sampling was carried out in the forest formations. The preliminary quantification of the entomofauna was 40 main species of insects distributed in 26 families and 8 orders. Of these, 34 pests, 4 species belonging to 4 families and 4 orders are natural enemies of species orders that are included in those that constitute pests in 24 botanical species belonging to the forest formations of Loma de la Jibarita and 2 beneficial species for their bioproductions (honey, wax and propolis).

KEY WORDS: entomofauna, orders, species, families.

INTRODUCCIÓN

Durante los veinteavo y anteriores siglos veintiunos, los países latinoamericanos dejan a un lado naturaleza para la conservación adentro. El hoy, tales designaciones cubren más de una quinta parte del territorio de Latinoamérica. Las teorías científicas, los mandatos de desarrollo, y las personalidades individuales forjadas han hecho que las naciones hayan conservado naturaleza (Wakild, 2018).

Miles de parques y reservas. Las áreas protegidas son fundamentales para preservar la biodiversidad natural, cultural, bienes y servicios ambientales que brindan y son esenciales para la sociedad. A través de actividades económicas, como el turismo, la

producción sostenible de materiales renovables y otras muchas, las áreas protegidas son importantes para el desarrollo de comunidades locales, que dependen de ellos para su supervivencia.

Las áreas protegidas son fundamentales para preservar la biodiversidad natural, cultural, bienes y servicios ambientales que brindan y son esenciales para la sociedad. A través de actividades económicas, como el turismo, la producción sostenible de materiales renovables y otras muchas, las áreas protegidas son importantes para el desarrollo de comunidades locales, que dependen de ellos para su supervivencia.

Los paisajes protegidos son importantes para la investigación científica, educación de las nuevas generaciones, contribución a las economías locales, regionales y territoriales. Pérez y Gardey (2015), definen a las áreas protegidas como un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) define un área protegida como un área geográficamente definida que esta designada o regulada y gestionada para lograr objetivos específicos de conservación con fines determinados que benefician a un territorio. Este aspecto es fundamental para el ordenamiento ambiental que según Montes (como se citó en Orozco, 2009), para América Latina y el Caribe se plantea como un proceso de organización del territorio en sus aspectos económicos y sociales que permita la incorporación de mayor número de componentes endógenos en forma consensuada y que compatibilice los llamados valores ambientales del territorio, las aspiraciones sociales y la mantención de niveles de productividad crecientes.

Las áreas protegidas cada vez cobran mayor importancia a nivel mundial ante el impacto del cambio climático. La desaparición de los ecosistemas naturales va acompañada de la aparición de fenómenos como la pérdida de biodiversidad, pérdida de identidad cultural, deslizamientos e inundaciones, y pérdidas de la cantidad y calidad de las aguas, que impactan negativamente en la población y en los recursos naturales. En muchos países, el establecimiento de Áreas Protegidas constituye una de las principales herramientas de gestión ambiental para el resguardo de los ecosistemas. Así, las áreas protegidas representan una importante fuente proveedora de servicios ambientales, que, en muchos casos, son aprovechados gratuitamente como insumo por los sectores de turismo, hidroelectricidad y producción de agua, entre otros.

El conocimiento de los aspectos fundamentales de la biología, ecología y etología de las especies de insectos que habitan en una zona proporciona elementos de gran valor para elaborar Programas de Defensa Fitosanitaria que reduzcan las posibilidades nocivas de las especies causales de plagas y garanticen la conservación e interrelación adecuada de otras que son enemigos naturales de las primeras (Méndez, 2015). Sin embargo, es necesario en primer lugar, determinar la composición de la entomofauna. En Cuba se han realizado trabajos encaminados a la precisión de órdenes y familias en algunas regiones (Lozada y otros, 2004), aspecto de gran interés que posibilita determinar la distribución de especies en diferentes ecosistemas lo que contribuye a la regionalización entomológica en función de determinadas arquitecturas vegetales que por su ubicación y papel en el ecosistema poseen una extraordinaria importancia en

particular las que se consideran refugio de fauna y además prestan importantes servicios ecológicos.

Sin dudas, los insectos, casi siempre, son mayoritarios y juegan un importante papel en las complejas relaciones que se establecen en las comunidades bióticas que fundamentan diferentes procesos naturales que, en definitiva, tienen su impacto en la sociedad. De ahí que resulta muy importante establecer inventarios biológicos en áreas vulnerables donde con frecuencia se produce la desaparición de especies silvestres que se debe en gran medida a la modificación de los hábitats naturales y reconversión de éstos en sistemas agrícolas y forestales para la industrialización y el crecimiento (González y García, 1998). Esa gestión del conocimiento, en la actualidad, está muy estrechamente ligada al desarrollo comunitario de los territorios.

Montaje de la investigación

Para determinar la percepción de los actores sociales se entrevistaron el 100% de los trabajadores del área con el objetivo de ganar en claridad sobre las proyecciones de trabajo, cuidado y/o precauciones en la realización de las mediciones de campo y tratamientos de limpia y poda del componente forestal.

La encuesta se estructuró con el empleo del Microsoft Office Access 2003, mientras que se declara la actitud como la variable (Mc Graw, como se citó en Méndez y Salmón, 2020) para la evaluación de la percepción de los entrevistados en la zona seleccionada. En las preguntas que se preestablecieron para obtener el valor de la actitud, se empleó el método de escalamiento de Likert y de diferencial semántico que establece la asignación de tres categorías: 0 (valor mínimo), 1 (valor intermedio) y 2 (valor máximo), al considerar la diversidad de capacidades de discriminación entre los individuos entrevistados. Para el cálculo de los índices de aceptación se aplicó la fórmula:

$$A = PT/NT$$

Donde:

A = índice de aceptación.

PT = puntuación total en la escala.

NT = número de afirmaciones de los individuos.

Para las demás preguntas, que conformaron el cuestionario, se utilizó la técnica de preguntas cerradas (Rodríguez y García, como se citó en Rivas y otros, 2012 y Méndez, 2016). Se determinó el porcentaje que representó cada alternativa de respuesta del total de personas entrevistadas. Se efectuó un análisis de comparación múltiple de proporciones con el empleo paquete estadístico Infostat, versión 2,0.

Las observaciones se efectuaron quincenalmente desde el 20 de septiembre de 2016 hasta el 20 de diciembre de 2022. Los muestreos se desarrollaron en forma de anillos concéntricos de 50, 100 y 150 metros de radio respectivamente en puntos escogidos al azar y a una distancia de 100 metros. Se cuantificaron las especies forestales de interés silvícola

Para la ubicación de las especies de insectos asociados a las formaciones forestales de la muestra se emplearon reportes visuales, jamos entomológicos, pinzas y captura manual que se depositaron en cámaras de muerte con tetracloruro de carbono y luego fueron trasladados a recipientes de colecta y sobres, según las especies, para su

posterior identificación, la que se realizó mediante claves dicotómicas, comparación de ejemplares en colecciones y criterios de especialistas.

La abundancia relativa se determinó a partir de la fórmula: $AR = n/N \times 100$

Donde:

n: Número de individuos de cada especie

N: Total de individuos de todas las especies

Mientras que para calcular la frecuencia de aparición se utilizó:

$$F_a = n/N \times 100$$

Donde:

n: Número de muestreos en los que apareció cada especie

N: Total de muestreos realizados

La evaluación de los valores de frecuencia de aparición obtenidos se hizo mediante la escala de Masson y Bryssnt (1974), que indica que una especie es Muy frecuente si $F_i > 30$; Frecuente si $10 < F_i < 30$; Poco frecuente si $F_i < 10$. Un criterio similar se asumió para evaluar la abundancia relativa: Muy abundante si $AR > 30$; Abundante si $10 < AR < 30$; Poco abundante si $AR < 10$.

Resultados obtenidos

Las características topoclimáticas a pesar de que no benefician en gran medida una gran diversidad florística en el área de observación, alberga a varios grupos entomológicos cuyas funciones en el complejo ecológico sobresalen, por su abundancia e importancia. Sin embargo, no se pudo precisar un endemismo significativo a pesar de que, para Cuba, los insectos poseen de un 40 a un 60 % de endemismo (G. Alayón, comunicación personal, 15 de enero de 2023).

Las proyecciones de desarrollo ocuparon el segundo lugar lo que muestra la capacidad de los actores sociales para desarrollar sus actividades forestales con un alto nivel de conciencia productiva, fundamentada en el conocimiento de los aspectos que implican desarrollo económico. En ese sentido, manifestaron los porcentajes de ganancia que corresponde a cada integrante del núcleo familiar, que como concepción socioeconómica predomina en el área de implantación del sistema forestal.

Al investigar sobre el conocimiento que poseían para desarrollar e incrementar los resultados de su gestión, se conoció que a pesar de que es aún muy primitivo basado en creencias sin fundamentación científica, existe una visión práctica que se puede explotar junto a elementos de capacitación como parte del sistema. En la Fig. 1 se muestra como se incrementaron los criterios de los actores sociales por trimestres, en la medida que se promovió la capacitación sobre aspectos de interés.

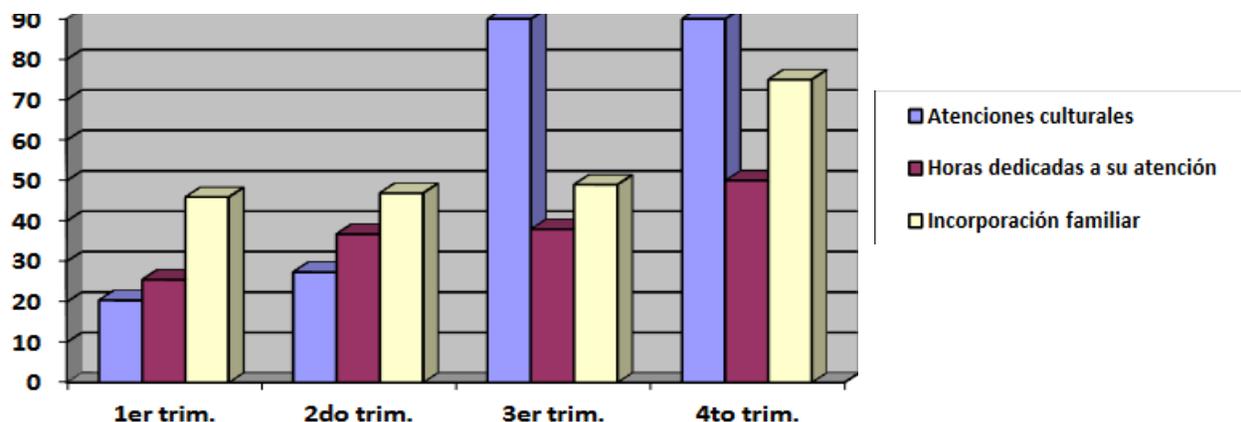


Fig. 1. Comportamiento por trimestres de la importancia dada por los actores sociales a su actividad productiva.

De los aspectos evaluados, el concerniente a las principales plagas que afectan al cultivo y sus enemigos naturales obtuvo los mayores valores porcentuales de desconocimiento entre los productores, lo que quedó demostrado a partir del análisis múltiple de comparación de proporciones (Fig.2); de ello se deduce, que este aspecto constituye una de las principales necesidades de capacitación entre los actores sociales del área.

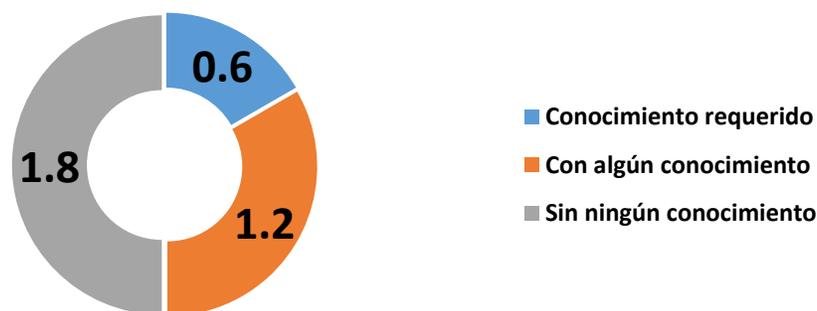


Fig. 2 Percepción de los actores sociales sobre aspectos de la fitoprotección de las formaciones forestales.

En el área seleccionada se identificaron 24 especies forestales (Tabla 1) con pocos ejemplares donde sobresalieron por su densidad poblacional Almácigo (*Bursera simaruba*, L), Aroma (*Acacia fornesiana*, (L.) Willd), Brasil (*Caesalpinia vesicaria*, L.), Casuarina (*Casuarina equisetifolia*, L.), Guairaje (*Calyptanthes capitulata*, C. Wr), Guao (*Comocladia dentata*, Jacq), majagua (*Hibiscus elatus*, Sw.), jobo (*Spondrias mombin*, Lin.) Uva caleta (*Coccoloba uvifera*, Jacq) y Uverillo (*Coccoloba diversifolia*, Jacq.)

Tabla 1. Relación de especies botánicas muestreadas correspondientes a las formaciones forestales.

Nombre vulgar	Nombre Científico
Almácigo	<i>Bursera simaruba</i> , L.
Aroma	<i>Acacia fornesiana</i> ,(L.) Willd.

Bagá	<i>Annona glabra</i> , L.
Brasil	<i>Caesalpinia vesicaria</i> , L. o <i>C. bijuga</i> , Swingle
Caoba	<i>Swietenia mahagoni</i> , (L.) Jacq.
Caoba de Honduras	<i>Swietenia macrophylla</i> , King.
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> , L.
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> , L.
Eucalipto	<i>Eucalyptus citroidora</i> , Hook
Guairaje	<i>Calyptanthes capitulata</i> , C. Wr.
Guao	<i>Comocladia dentata</i> , Jacq.
Guásima	<i>Guazuma tomentosa</i> , HBK
Granada	<i>Punica granatum</i> , L.
Inga dulce	<i>Pithecellobium duce</i> , Benth.
Jagüey de playa	<i>Ficus combsii</i> , Warb.
Jobo	<i>Spondrias mombin</i> , L.
Júcaro	<i>Bucida buceras</i> , L.
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i> , L.
Majagua	<i>Hibiscus elatus</i> , Sw.
Marabú	<i>Dichrostachys nutans</i> , Benth
Ocuje	<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb var. <i>antillarum</i> , (Brittoy) Standl.
Paraíso	<i>Melia azederach</i> , L.
Uva caleta	<i>Coccoloba uvifera</i> , Jacq.
Uverillo	<i>Coccoloba diversifolia</i> , Jacq.

En la diversidad florística muestreada existió una comunidad entomológica representada por varios taxones. Los órdenes que tuvieron una mayor representación de especies fueron Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Hemiptera, mientras que los menos representados resultaron Neuroptera, Mantoptera, Isoptera, Diptera, Orthoptera y Blatoptera, resultados similares a los obtenidos en otros trabajos en la cuenca hidrográfica de La Cana (Méndez, 2008).

Se determinaron de forma preliminar, para el área 54 especies principales de insectos distribuidas en 26 familias y 8 órdenes (Tabla 2). De ellas, 34 plagas, 4 especies pertenecientes a 3 familias y 3 órdenes son enemigos naturales de especies de órdenes que están incluidas en las que constituyen plagas en las formaciones forestales costeras, 2 especies beneficiosas por sus bioproducciones (miel, cera y propóleos). Las familias Scarabaeidae, Aphididae Cerambycidae, y Formicidae agruparon la mayor cantidad de especies con 5, 5, 4 y 4 respectivamente.

Tabla 2. Órdenes y cantidad de familias y especies que integran la entomofauna principal en la Loma de la Jibarita.

N/O	ORDENES	FAMILIAS	ESPECIES
1.	Lepidoptera	7	4
2.	Coleoptera	6	14
3.	Diptera	2	2
4.	Isoptera	3	3
5.	Hemiptera	2	7
6.	Hymenoptera	3	6
7.	Orthoptera	2	3
8.	Neuroptera	1	1

Resultaron con mayor frecuencia de aparición *Diabrotica balteata* LeConte (25,5 – 32,6 %), *Phyllophaga* sp. (18,6 – 45,5 %), *Elaphidion irroratum* L. (14,6 – 16,5 %), *Apate monachus* Fab. (9,9 – 14,9 %), *Xyleborus affinis* (Eichh) (11 – 11,5 %), *Neoclytus cordifer* Klug (5,5 – 6,8 %). *Stenodontes chevrolati* Gaham. (6,5 – 7,5 %) *Heliconios carithonius ramsdeni* Cosmst. y Brown. (10,4 – 10,8 %), *Anartia jatrophae guantanamo* Munroe (16,6 – 18,2 %), *Dione vanillae insularis* (Maynard) (32,2 – 56,8 %).

Las especies con mayor abundancia relativa fueron *D. balteata* (12 – 25,2 %), *Chlorida festiva* L. (15 -28,5 %), *Phyllophaga* sp. (23,8 – 36,8 %), *X. affinis* (10 – 12 %), *N. cordifer* (8,5 – 8,8 %). *E. irroratum* (11,6 – 14,7 %), *S. chevrolati* (7,5 – 8,6 %) y *A. monachus* (9,8 – 10,9 %) del orden Coleoptera y *D. vanillae insularis* (Maynard) (35 – 68,8 %) y *H. carithonius ramsdeni* (11,6 – 12,8 %) del orden Lepidoptera lo que sitúa a estos órdenes como los mejores representados en estos índices ecológicos.

CONCLUSIONES

Prevalecen concepciones prácticas de su gestión, aunque carentes de dominio científico y un elevado desconocimiento sobre las principales plagas que afectan la formación forestal del área y sus enemigos naturales. Se determinaron 40 especies de insectos agrupadas en 8 órdenes y 26 familias, dentro de ellas, 34 plagas, 4 enemigos

naturales de especies plaga y dos de gran valor por las bioproducciones de miel, cera y propóleos.

Los órdenes que tuvieron una mayor representación de especies fueron Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Hemiptera. Las familias con más especies resultaron Scarabaeidae, Aphididae, y Formicidae. Las 40 especies de insectos tuvieron como principales hospedantes primarios y secundarios, 24 especies botánicas.

REFERENCIAS

- Alayón, G. (2023). Comunicación personal. Especialista del Museo de Historia Natural de Cuba.
- González, N. M. y García, A. (1998). *Cuba su medio ambiente, medio milenio después*. La Habana: Editorial Academia.
- Lozada, P. Fernández, A. y Anaya M. (2004). *Lista preliminar de los coleópteros (Insecta, Coleoptera) de Topes de Collantes, Sancti Spíritus, Cuba. The Field Museum*, (34), 101 – 106.
- Masson, A. and Bryssnt, S. (1974). The structure and diversity of the animal communities in a broad land reeds warp. *Journal of Zoology*. (172), 289-302.
- Méndez, B. A. (2015). *Principales insectos que atacan a las plantas económicas en Las Tunas*. Las Tunas: Editorial Académica Universitaria (Edacun).
- Méndez, B. A. y Salmón, M. Y. (2020). Artrópodos nocivos asociados al cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en una zona agroecológica en la provincia de Las Tunas, Cuba. *Revista Ojeando la Agenda*, (63), 1-24.
- Méndez, B.A. (2008). Lista preliminar de órdenes y familias de insectos en la cuenca hidrográfica de La Cana, Las Tunas, Cuba. *Revista Fitosanidad*, 12(3), 135-142.
- Orozco, C. (1999). *Áreas protegidas y Ordenamiento ambiental del territorio. En Ordenamiento territorial y medio ambiente*. Universidad del Valle. Valle del Cauca. Colombia.
- Pérez Porto, J., Gardey, A. (8 de diciembre de 2015). *Definición de áreas protegidas - Qué es, Significado y Concepto*. Definición de. Recuperado de <https://definicion.de/areas-protegidas/>
- Wakild, E. (2018). *A Panorama of Parks: Deep Nature, Depopulation, and the Cadence of Conserving Nature*. New York:Boise State University.

EVALUACIÓN AGROPRODUCTIVA DE CULTIVARES DE GARBANZO (*CICER ARIETINUM*, L.) EN EL MUNICIPIO PUERTO PADRE

AGRO-PRODUCTIVE EVALUATION OF CHICKPEA (*CICER ARIETINUM*, L.) CULTIVARS IN PUERTO PADRE MUNICIPALITY

Luritza Margarita Peña Molina, luritzapm@ult.edu.cu

Aracelis Romero Arias, aracelisra@ult.edu.cu

Raquel Ruz Reyes, raquel@ult.edu.cu

Yisel Tatiana Pupo Rabí

Juan Miguel Ávila Concepción, juanac@ult.edu.cu

RESUMEN

Con el objetivo evaluar el comportamiento agroproductivo de variedades de garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) en un suelo Fersialítico pardo rojizo lixiviado del municipio Puerto Padre, se montó un experimento entre diciembre-marzo de 2022, en la finca agroecológica "La Conchita" perteneciente a la CCS "Paco Cabrera". Para el montaje del experimento se empleó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos utilizados fueron: Blanco Sinaloa, BS-70, C1AP-6-117, N-33, N-24, N-25, N-29, N-30. Se determinó: altura de la planta, número de vainas, número de granos, número de granos por vaina, peso de los 100 granos. Se calculó el rendimiento agrícola. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias por Tukey ($<0,05$), utilizando el software InfoStat versión 2017. Los mejores resultados en cuanto a la altura a los 30 días lo muestran los tratamientos Blanco Sinaloa, BS-70 y N-33 y a la vez el N-33 no difiere del N-24 y el N-29. La mayor cantidad de vainas afectadas la mostraron los cultivares N-29, N-25, N-24, N-33, CIAP-6-117 y BS-70. Los cultivares BS-70, CIAP-6-117, N-24, N-25 y N-30 mostraron las menores afectaciones. El mayor rendimiento agrícola lo mostraron los cultivares N-25, N-24, N-29 y N-30 por encima de una tonelada por hectárea. Las variedades N-24 y N-25 fueron las de mejor comportamiento económico.

PALABRAS CLAVES: Garbanzo, rendimiento, variedades.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the agro-productive behavior of chickpea (*Cicer arietinum*, L.) varieties in a leached reddish-brown phersialitic soil in the municipality of Puerto Padre, an experiment was set up between December-March 2022, in the agro-ecological farm "La Conchita" belonging to the CCS "Paco Cabrera". A randomized block design with eight treatments and three replications was used to set up the experiment. The treatments used were: Blanco Sinaloa, BS-70, C1AP-6-117, N-33, N-24, N-25, N-29, N-30. The following were determined: plant height, number of pods, number of grains, number of grains per pod, weight of 100 grains. Agricultural yield was calculated. Data were subjected to a double ranking analysis of variance and comparison of means by Tukey (<0.05), using InfoStat software version 2017. The best results in terms of height at 30 days were shown by the treatments Blanco Sinaloa, BS-70 and N-33 and at the same time N-33 did not differ from N-24 and N-29. Cultivars N-29, N-25, N-24, N-33, CIAP-6-117 and

BS-70 showed the highest number of affected pods. Cultivars BS-70, CIAP-6-117, N-24, N-25 and N-30 showed the least damage. The highest agricultural yield was shown by cultivars N-25, N-24, N-29 and N-30 above one ton per hectare. Varieties N-24 and N-25 were the best economic performers.

KEY WORDS: Chickpea, yield, varieties.

INTRODUCCIÓN

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) junto con la judía (*Phaseolus vulgaris* L.) y el guisante (*Pisum sativum* L.) constituye uno de los cultivos de leguminosas más importantes del mundo, representando una fuente relevante de alimentación humana y animal. Es un cultivo del que se siembran alrededor de 10 millones de hectáreas en el mundo, aproximadamente siete millones se cultivan en la India, seguido de Pakistán y Turquía. En Europa los principales productores son España, Italia y Portugal. En Latinoamérica la mayoría del cultivo se produce en México y Argentina (Vargas y otros, 2021).

En la actualidad se puede decir que la producción de granos se ha incrementado al punto de convertirse en una de las principales líneas en el mundo, existiendo un espectacular aumento de la superficie destinada a estos fines (Echavarría y otros, 2019). El garbanzo es consumido por ser una buena fuente de carbohidratos y proteínas de fácil adquisición y bajo costo para la alimentación humana. También se utiliza el grano después de procesado como concentrado energético y proteico para suplementar los forrajes en la alimentación de vacas lecheras.

En Cuba, su siembra adquiere importancia en los últimos años (Leal y otros, 2022), con la finalidad de sustituir importaciones y contribuir a alcanzar la soberanía y la seguridad alimentaria. Aunque se han evaluado más de 80 cultivares procedentes de otros países productores de esta leguminosa, existen en el país solo nueve cultivares registrados en la lista oficial de variedades comerciales, por lo que la base genética del cultivo es limitada, lo que atenta contra la disponibilidad de cultivares que respondan a diversos requerimientos edafoclimáticos.

La introducción de nuevos cultivares, con la finalidad de ampliar la base genética de esta especie y evaluar su comportamiento, data de los primeros años del siglo XXI, aunque inicialmente ninguna de las variedades introducidas superó el comportamiento de los cultivares nacionales. Recientemente se han introducido diversas líneas promisorias de garbanzo procedentes del banco de germoplasma del Instituto de Investigaciones en Zonas Áridas (ICARDA) en Siria y de ellas se ha seleccionado un grupo de cultivares promisorios.

El cambio climático es un fenómeno que actualmente está incidiendo en la producción de los cultivos que soportan la seguridad alimentaria y dentro de estos las legumbres. El garbanzo es uno de los cultivos que más resiste la sequía o estrés hídrico, además de que se puede obtener con bajos insumos externos, debido a que es una legumbre fijadora de nitrógeno en la planta y el suelo. Esta cualidad es una solución práctica y económica para incluir en los protocolos de desarrollo local rural de los sistemas agro productivos locales y nacionales (Vargas y otros, 2021).

En Las Tunas, aun cuando en la última década fundamentalmente, se desarrollan producciones del cultivo con bastante éxito, no existe gran tradición en el territorio, ni

están implementadas las normativas necesarias para una producción agrícola sostenible del grano (Cruz y otros, 2020).

Evaluación de los indicadores morfológicos

En la altura de las plantas (Tabla 1) evaluada a los 15 días de germinación, el cultivar Blanco Sinaloa alcanzó el mayor valor con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, comportamiento similar mostró el cultivar Blanco Sinaloa a los 30 días de evaluación, sin diferencias significativas con el cultivar BS-70 y N-33, pero si con el resto de los tratamientos. En la provincia de Las Tunas, estudios realizados en condiciones edafoclimáticas similares, la variedad N-30 alcanzó la menor altura, con diferencias significativas con los demás cultivares en estudio, resultados similares a los mostrados en la investigación.

Tabla 1. Altura de las plantas (cm)

Tratamiento	Altura (cm) 15 días	Altura (cm) 30 días
Blanco Sinaloa	36,10 a	56,57 a
BS-70	31,70 b	56,13 a
C1AP-6-117	27,20 cde	47,30 c
N-33	30,00 bc	53,03 ab
N-24	29,33 bc	48,90 bc
N-25	27,77 bcd	47,63 c
N-29	23,63 de	49,27 bc
N-30	22,93 e	40,93 d
CV%	9,93	5,27
EE ±	0,10	0,07

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cárdenas y otros, (2018), al evaluar la respuesta de cultivares de garbanzo (*C. arietinum* L.) en el municipio Gibara provincia Holguín obtuvo valores en las alturas de las plantas entre 27 y 35 cm; rango que corresponde con los cultivares evaluados. En cuanto a ello Ávilay otros, (2015) en estudios donde se incluyó al cultivar Blanco Sinaloa-92 encontró que este alcanzó la mayor altura entre los tratamientos evaluados.

Según Cabrera (2017), un crecimiento óptimo de la planta requiere temperaturas de 18-26°C, períodos de tiempo nublados y con alta humedad relativa reducen crecimiento y floración de los cultivares. La temperatura en la localidad fue la adecuada ya que Joyabaj cuenta con una temperatura promedio de 25°C; lo que afectó fue la época lluviosa ya que el estudio se realizó en los meses de época lluviosa donde gran parte de los días se encuentra nublado lo que pudo haber ocasionado el poco crecimiento que presentó el cultivo. Por lo que lo más adecuado es sembrar en época seca.

En el número de ramas por planta (Tabla 2) a los 15 días de evaluación, el cultivar N-33 alcanzó el mayor valor, difiriendo con el resto de los tratamientos. A los 30 días de germinación, el cultivar N-25 presentó el mayor valor difiriendo con el resto de los tratamientos. Según Toledo (2018), la planta adulta presenta una ramificación de tipo monopodial, dado que se origina de yemas axilares. Su número oscila entre 3-5 ramas principales, con ramificaciones secundarias y terciarias que le dan un aspecto umbeliforme. Los patrones de ramificación están estrechamente relacionados con la aparición de los nudos en el tallo principal y la humedad ambiental.

Los resultados obtenidos al evaluar el cultivar JP-24 son superiores a los alcanzados por Diego (2010), el cual informó valores de 2,7 ramas por planta.

Tabla 2. Número de ramas por planta

Tratamiento	Número de ramas 15 días	Número de ramas 30 días
Blanco Sinaloa	6,00 b	11,13 d
BS-70	8,03 b	16,37 c
C1AP-6-117	8,13 b	14,50 c
N-33	12,17 a	15,53 c
N-24	6,93 b	15,27 c
N-25	8,40 b	25,67 a
N-29	6,87 b	13,90 cd
N-30	7,77 b	20,50 b
CV%	9,87	8,76
EE ±	0,11	0,06

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trabajos realizados por Ortega y otros, (2016) plantean que un intervalo de cuatro a seis ramas por cada planta de garbanzo pudiera considerarse aceptable para la obtención de una buena producción, si se cuenta, además, con una elevada fructificación.

Comportamiento de los componentes del rendimiento

En el número de vainas por planta con valores entre 14-49,36 se destacan los cultivares BS-70, CIAP-6-117, N-33, N-24, N-25, N-29, N-30, las que no difieren entre sí, pero si del Blanco Sinaloa, con el valor más bajo (14,53). Resultados alcanzados en condiciones similares de suelo y clima, la variedad N-30 alcanzó el mayor número de vainas por planta (144,5) lo que indica que puede ser una variedad promisorio para las condiciones de la zona sur del municipio las Tunas, resultados similares se alcanzan en la investigación realizada, sin embargo los valores son inferiores (49,36) a los referidos por dichos autores debido a la incidencia de plagas en el cultivo, déficit de riego durante el desarrollo del mismo, la siembra fuera de la fecha óptima del cultivo.

Tabla 3. Componentes del rendimiento.

Tratamiento	No. de vainas por plantas	Granos por vainas	Peso de los granos por planta (g)	Peso de 100 granos (g)
Blanco Sinaloa	14.53 b	1,00 a	4,74 d	41,30 bcd
BS-70	30.13 a	1,00 a	8,73 bcd	39,13 cd
CIAP-6-117	35.73 a	1,00 a	7,46 cd	41,43 bc
N-33	38.26 a	1,00 a	8,90 bcd	38,77 d
N-24	43,96 a	1,00 a	16,23 ab	42,27ab
N-25	55,56 a	1,00 a	16,39 a	50,07a
N-29	39.80 a	1,00 a	10,68 abc	43,20 ab
N-30	49.36 a	1,00 a	13,00 abc	40,77 bcd
CV%	11	1,72	21	21
EE ±	0.03541	0,01	0,14015	0,51

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Por su lado, Cabrera (2017), obtuvo de 13 a 38 vainas por planta, rangos que coinciden con los del experimento realizado.

El número de vainas es el primer componente a definirse, el número de granos y la masa de los mismos, queda sujeto a las fluctuaciones ocurrientes en el ambiente, de ahí la importancia de hacer coincidir la etapa dónde se deciden estos componentes con las mejores condiciones ambientales, aunque sea difícil de manejar en la práctica. Además, tiene capacidad para fijar estructuras reproductivas por un largo período, demostrándose en este estudio que una eventual disminución en el número de vainas puede ser parcialmente compensada por un aumento en la masa de los granos. Esto es importante siempre y cuando se señale que cada componente es afectado con distinta intensidad por el ambiente en cada etapa de desarrollo.

En cuanto al número de granos por vainas no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Resultados que coinciden con los planteados por Ávila y otros, (2015) donde muestran que normalmente las vainas contienen una o dos semillas en su interior.

Normalmente las vainas contienen una o dos semillas en su interior, por lo que en este caso al ser cultivares de garbanzo blanco es normal que presenten una semilla por vaina, de acuerdo con el número de vainas por planta se relaciona de gran forma con esta variable, al presentar una semilla por vaina el número de vainas por planta es el número de semillas por planta, en algunas vainas puede variar al presentar dos semillas.

Al igual que en cualquier cultivo, la producción de granos está ligada a la capacidad del cultivo de capturar los recursos que estén disponibles (agua, nutrientes, radiación, CO₂). La temperatura regula la intensidad de captura de estos recursos. El momento durante el

ciclo del cultivo en que esos recursos estén disponibles determinará las variaciones en el rendimiento de dicha oleaginosa, dado que afectará de diferente manera la definición de los dos principales componentes del rendimiento del cultivo: el número de semillas y el peso de las mismas (Lescay y otros, 2018).

El peso de los granos por planta (Tabla 3), fue superior en la variedad N-25, sin diferir de los cultivares N-24, N-29 y N-30. La variedad N-25 alcanzó 16, 39 gramos por planta, valores inferiores a los obtenidos por otros investigadores en la evaluación de cultivares de garbanzo en Cuba, lo cual mostró en las variedades más promisorias un rango entre 43,57-67,16 g.

El peso promedio de 100 granos es otro indicador que tributa directamente sobre el rendimiento ya que el grano del garbanzo tiene gran variabilidad en cuanto a tamaño y forma. El mayor valor en este indicador lo alcanzó el cultivar N-25 sin diferencias significativas con N-24, N-25, N-30 y Blanco Sinaloa, pero sí con el resto de los tratamientos.

La masa de 100 granos tuvo una alta separación angular respecto al número de granos, número de vainas y el rendimiento. Esto indica que bajo estas condiciones a medida que aumenta el número de granos y el número de vainas disminuye la masa de los mismos y viceversa, lo que demuestra una vez más el nivel compensatorio entre estas variables. (Rojan y otros, 2019).

Según INIA (2018), el peso de 100 semillas de garbanzo varía de 50 a 70 gramos en variedades de garbanzo blanco. Por otra parte estudiando cultivares de garbanzo en Cuba logró resultados de 34 a 46 gramos por el peso de 100 semillas, lo que indica que los resultados de los cultivares estudiados sobresalen en esta variable.

Desde el punto de vista del comportamiento agro productivo, se distinguió la variedad N-25 con el más alto rendimiento, sin diferencias significativas con, N-24, N-29 y N-30 pero si difiere de los demás cultivares (Figura 1). El comportamiento de esta variedad con 2.20 t. ha⁻¹, es lógico pues alcanzó el más alto número de vainas.

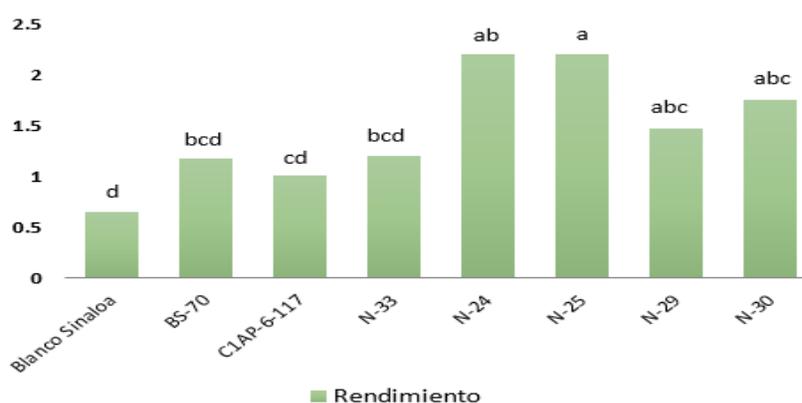


Figura 1. Rendimiento (t ha⁻¹) de las diferentes cultivares

En estudios realizados por Herrera y otros, (2021), en Guantánamo obtuvieron rendimientos del cultivo del garbanzo que oscila alrededor de 1,5-2,0 t ha⁻¹. Otros resultados obtenidos sugieren que para obtener mayor rendimiento en grano se deben

elegir el número de vainas y número de granos, lo cual se puede lograr mediante la siembra en un suelo con características favorables para el crecimiento del garbanzo.

Se argumenta que dentro de las variables climáticas las condiciones térmicas e hídricas son relevantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Cárdenas, 2018) y en condiciones de campo su combinación con la fertilización mineral, el genotipo y prácticas de producción, determinan la respuesta morfoagronómica del cultivo.

En el sur de Sinaloa (México) se obtuvieron resultados similares en los rendimientos, aunque con otras variedades (Rocha y otros, 2019).

Trabajos realizados por Meriño y otros, (2018) con el cultivar N5-HA, en las condiciones del suelo Pardo Mullido Carbonatado alcanzó valores inferiores de vainas por planta, granos por planta y consecuentemente menor rendimiento ($1,0 \text{ t ha}^{-1}$), que las obtenidas en este estudio, lo que podría estar relacionado con los altos contenidos de carbonato de calcio.

En general, los valores medios y el rango en el cual oscilaron los diferentes caracteres evaluados, coinciden con los resultados de varios autores, al estudiar las características principales de un grupo de líneas foráneas y tradicionales comparativamente en condiciones similares. Los resultados confirman las potencialidades del garbanzo como recurso filogenético con capacidad de adaptación a las condiciones de la provincia. Además, constituye un paso de avance para los mejoradores que en la búsqueda de parentales con caracteres agronómicos superiores se interesan en la selección de progenitores que estén perfectamente adaptados al ambiente en el que se va a desarrollar la variedad que se quiere mejorar.

Vainas vacías y afectadas por plaga

El número de vainas afectadas por plagas (Figura 2) alcanzó el mayor valor en el cultivar N-29, sin diferir con los cultivares BS-70, CIAP-6-117, N-33, N-24, N-25, Blanco Sinaloa y N-30, el menor valor de afectación lo mostro el Blanco Sinaloa sin diferir del BS-70, CIAP-6-117, N-24, N-25 y N-30. La principal plaga observada fue la conocida como *Fusarium* sp, la enfermedad se presentó en zonas localizadas dentro de cada parcela, las plantas muestreadas presentaron síntomas de decoloración y marchitez además de observarse putrefacción en la zona del tallo más próxima al suelo y en las raíces, lo cual en muchos casos afectó el desarrollo y el crecimiento vegetativo de muchas de las plantas, ocasionando la marchitez temprana del cultivo.

La *fusariosis* del garbanzo está causada por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* (Padwick) Matuto & K. Sato. El hongo penetra por la raíz y colapsa los vasos conductores de la planta, impidiendo el paso de fluidos por el interior del xilema produciendo la muerte de la planta.

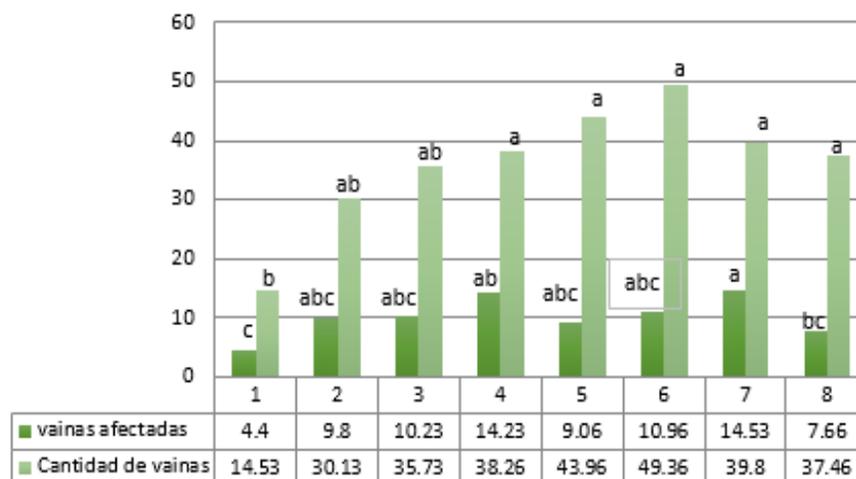


Figura 2. Vainas enfermas por planta.

El *Fusarium* sp., constituye uno de los patógenos que más daño causa en este cultivo en nuestro país. Aparecen casi siempre asociados, causando despoblación y pérdidas sensibles en los rendimientos, sobre todo en suelos con mal drenaje y donde no se cumple la estrategia de rotación adecuada. Causa daños directos en el cuello del tallo y en el sistema radicular de las plantas. En la base del tallo, a nivel del suelo, se producen pudriciones secas que más tarde invaden las raíces, los tejidos se tornan rojizos y se oscurecen paulatinamente hasta necrosar.

Valoración económica

El cálculo económico del cultivo (Tabla 4) permite utilizar una alternativa para sustituir importaciones, ya que los resultados obtenidos muestran ganancias que oscilan entre los 77 976.00 hasta 305 280.00 pesos por hectárea.

La evaluación económica bajo las condiciones edafoclimáticas de esta zona (Tabla 6), demuestra que la variedad N-24 alcanzó las mayores ganancias y el menor costo por peso producido, seguido de las variedades N-25 y N-33. Contrariamente las variedades Blanco Sinaloa y BS-70 adquirieron las menores ganancias y menor eficiencia económica. De manera general en todas las variedades estudiadas se alcanzaron ganancias, en los que influyen además los altos precios de venta al mercado.

Tabla 4. Valoración económica de los cultivares de Garbanzo en estudio.

Tratamientos	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$ ha ⁻¹)	Costo de la producción (\$ ha ⁻¹)	Ganancia	Costo por peso (\$ ha ⁻¹)
Blanco Sinaloa	0,66	91 476.00	13 500	77 976.00	0.15
BS-70	1,22	169 092.00	13 500	155 592.00	0.09
CIAP-6-117	1,03	142 758.00	13 500	129 258.00	0.08
N-33	1,23	170 478.00	13 500	156 968.00	0.04

N-24	2,3	318 780.00	13 500	305 280.00	0.04
N-25	2,29	317394.00	13 500	303 894.00	0.04
N-29	1,49	206 514.00	13 500	193 014.00	0.07
N-30	1,83	253 638.00	13 500	240 138.00	0.05

Los gastos estuvieron relacionados con la preparación del suelo, siembra, riego, labores agrotécnicas y la cosecha. La ganancia de realización se valoró a partir del precio de venta de la tonelada del grano de garbanzo \$ 138 600.00 CUP según UEB Semilla de las Tunas.

Las nuevas tecnologías deben estar enfocadas a mantener y preservar la sostenibilidad del sistema de producción mediante la explotación racional de los recursos naturales y la aplicación de medidas pertinentes para preservar el ambiente. Por otra parte, la producción contribuye a que la región mejore su inserción dentro del proceso de transformación de la economía cubana y, por tanto, genere alternativas para una posible sustitución de importaciones de la oleaginosa, no solo a nivel territorial, sino a nivel nacional (León, 2018).

Con los resultados obtenidos se ofrecen recomendaciones, sobre la posibilidad de producir garbanzo con mejores características de adaptación a las condiciones edafoclimáticas en estudio y se mejora el rendimiento del cultivo.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados en cuanto a la altura a los 30 días lo muestran los tratamientos Blanco Sinaloa, BS-70y N-33 y a la vez el N-33 no difiere del N-24 y el N-29. La mayor cantidad de vainas afectadas la mostraron los cultivares N-29, N-25, N-24, N-33, CIAP-6-117 y BS-70. Los cultivares BS-70, CIAP-6-117, N-24, N-25 y N-30 mostraron las menores afectaciones. El mayor rendimiento agrícola lo mostraron los cultivares N.25, N-24, N-29 y N-30 por encima de una tonelada por hectárea y el menor rendimiento lo mostro el cultivar Blanco Sinaloa. Las mayores ganancias y los menores costos por pesos se obtuvieron en los cultivares Blanco Sinaloa y BS-70.

REFERENCIAS

- Cabrera, U. W. E. (2017). Validación de variedades de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) Joyabaj, Quiché. Tesis de grado en opción al Título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en gerencia agrícola en el grado académico de licenciado. Quetzaltenango. Universidad Rafael Landívar.
- Cárdenas Regla M., Lamz, A. y Ortiz, R. (2018). Comportamiento morfoagronómico de genotipos promisorios de garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Cultivos Tropicales. Vol. 39, No. 2, 2018. p. 89-95. ISSN: 0258-5936.
- Cruz, M. G., Arías, A. R., & Escalona, M. C. (2020). Evaluación agroproductiva de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) en un suelo fersialítico pardo rojizo

- Echevarría, A., Triana, A., Rivero, D., Rodríguez, A., & Martínez, B. (2019). Generalidades del cultivo de garbanzo y alternativa biológica para el control de la Marchitez. *Cultivos Tropicales*, 40(4).
- Herrera, M. S., Cos, J. I. D., Jiménez, C. I. V., & Lamothe, A. O. T. (2021). Respuesta productiva de tres variedades de Garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) en Guantánamo, Cuba. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(4), 74-83.
- INIA. (2018). "Situación del cultivo de legumbres". Madrid. Recuperado de <http://www.legumbres.com>
- Leal, Y. D., Coca, B. M., Hernández, A. E., de Souza, E. S. D. C., Miller, R. N., & Café-Filho, A. C. (2022). Primer informe de *Fusarium incarnatum* (Desm.) Sacc. afectando al cultivo del garbanzo en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 37(2).
- León, C. M. (2018). ¿Puede contribuir la cadena de valor de soya al desarrollo local? El caso de Ciego de Ávila/Can soy chain value contribute to local development? Ciego de Ávila case. *Revista Economía y Desarrollo (Impresa)*, 150(2).
- Meriño Hernández, Y., Boicet Fabré, T., & Boudet Antomarchi, A. (2018). Efectividad del FitoMas-E en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo. *Centro Agrícola*, 45(1), 62-68.
- Rocha, J. F. L., Sánchez, D. M. S., & Cortez, J. A. J. (2019). Efecto de la fertilización nitrogenada y fechas de siembra en el cultivo de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) en Tehuacán, Puebla, México (Original). *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, 15(3), 25-34.
- Roján-Herrera, O., Maqueira-López, L. A., & Torres-de la Noval, W. (2019). Variabilidad del rendimiento en cultivares de soya (*Glycine max* L.). Parte I. Época de frío. *Cultivos Tropicales*, 40(1).
- Vargas-Blandino, D., & Cárdenas-Travieso, R. M. (2021). Cultivo del garbanzo, una posible solución frente al cambio climático. *Cultivos Tropicales*, 42(1).

EVALUACIÓN AGROPRODUCTIVA DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE BRACHIARIA EN UN SUELO PARDO GRISÁCEO EN CONDICIONES DE SECANO

AGRO-PRODUCTIVE EVALUATION OF BRACHIARIA CULTIVARS AND HYBRIDS IN A GRAY-BROWN SOIL UNDER RAINFED CONDITIONS

Maybel Miranda Leyva, maybelml@ult.edu.cu

RESUMEN

El experimento se realizó en la Estación de Pastos y Forrajes de Las Tunas, con el objetivo de realizar una evaluación agroproductiva de cultivares e híbridos de Brachiarias en un suelo Pardo Grisáceo en seco, se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y los tratamientos fueron los cultivares Decumbens y Marandú y los híbridos Mulato II, Cobra, Yacaré y Camello. Se evaluó en período de producción a los 45 días de edad, los indicadores morfológicos fueron: altura de la planta, longitud y ancho de la hoja y diámetro del entrenudo y se determinó como indicadores de rendimiento el peso verde de la planta, peso seco, porcentaje y rendimiento de la materia seca. Los resultados alcanzados mostraron diferencias significativas en el ancho de la hoja reportando mayor valor Yacaré y Marandú con 14,6 y 15,2 mm y menor valor para Cobra con 9,3 mm, en longitud de la hoja el mayor resultado fue para Mulato II con 28,9 cm y Marandú con 28.8 cm, en diámetro del tallo todos los tratamientos fueron mayores con un valor de 2 mm excepto Cobra que reportó el menor valor con 1 mm. El rendimiento de materia seca no mostró diferencias significativas, se alcanzaron valores que oscilan entre los 3.34 y 3.90 tMS/ha⁻¹.

PALABRAS CLAVES: Evaluación, agroproductiva, cultivares, híbridos, indicadores.

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Pasture and Forage Station of Las Tunas, with the objective of carrying out an agro-productive evaluation of Brachiarias cultivars and hybrids in a Brown Gray soil in rainfed conditions, a randomized block design with four replications was used and the treatments were the cultivars Decumbens and Marandú and the hybrids Mulato II, Cobra, Yacaré and Camello. The morphological indicators were: plant height, leaf length and width, and internode diameter. Yield indicators were determined as green plant weight, dry weight, percentage and dry matter yield. The results showed significant differences in leaf width, with Yacaré and Marandú reporting the highest values (14.6 and 15.2 mm) and Cobra the lowest (9.3 mm), in leaf length the highest result was for Mulato II with 28.9 cm and Marandú with 28.8 cm, in stem diameter all treatments were higher with a value of 2 mm except Cobra, which reported the lowest value (1 mm). Dry matter yield did not show significant differences, with values ranging between 3.34 and 3.90 tMS/ha⁻¹.

KEY WORDS: Evaluation, agroproductive, cultivars, hybrids, indicators.

INTRODUCCIÓN

El forraje es una fuente libre más asequible para la nutrición de los vacunos, que mantiene un 84% del hato ganadero a nivel nacional. Ante este escenario se están buscando espacios de condiciones adecuados de un determinado medio ambiente, por eso ante esta exigencia surge aprobar y crear nuevas investigaciones para instaurar

nuevas especies, la importancia del pasto en la alimentación animal, además del bajo costo económico, no compite con la alimentación humana y tiene nutrientes que mejoran los parámetros productivos y reproductivos. Bajo el enfoque ecológico existe una estrecha relación suelo, pasto y animal o cualquier deficiencia o alteración se debe a la interacción de estos tres componentes (Rivera-Damacio, 2023).

La capacidad de adaptación de este género se expresa en ciertas características agronómicas, como son: la producción de hojas y pequeños rizomas que facilitan la emergencia de los tallos, su tasa de crecimiento y su alta capacidad para la producción de forraje en condiciones estresantes, que pueden aumentar los rendimientos productivos de la ganadería (Cuadrado y otros, 2004) citado por (Canchila, Mildrey, Ojeda, Machado y Canchila, 2010).

La producción de pastos y forrajes en los sistemas de producción de rumiantes, en la mayor parte del trópico, aportan del 80 a los 90 % de los nutrientes requeridos por los animales. Ellos constituyen la opción más económica para la alimentación de los bovinos y no compiten directamente con la alimentación del hombre, pues generalmente se utilizan para su fomento tierras poco productivas o no aptas para otros cultivos. Aunque se conoce el efecto positivo de la introducción de estos pastos mejorados en la productividad de los sistemas ganaderos, los esfuerzos no siempre han significado aumento en la producción animal ni los resultados esperados, debido a que influyen negativamente factores tales como: la adaptación de las especies a condiciones ambientales, el acceso a los fertilizantes y otros insumos para su mantenimiento, el manejo y el cuidado del medio ambiente con buenas prácticas, así como la relación costo-producción (Cruz y otros, 2015) citado por (Reyes, Méndez, Verdecia, Luna, Hernández y Herrera, 2018).

Considerando lo expuesto anteriormente por la importancia que tiene en la actualidad los pastos para la alimentación animal se plantea como:

Objetivo general: Evaluar el comportamiento agroproductivo cultivares e híbridos de *Brachiaria* en un suelo Pardo grisáceo en condiciones de secano para contribuir a la producción de Biomasa.

Ubicación del área experimental:

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Las Tunas ubicada en la carretera Tunas-Bayamo, Km 1 ½. Para determinar la evaluación agroproductiva de cultivares e híbridos de *Brachiaria* en un suelo Pardo Grisáceo en condiciones de secano.

Clima:

Se tomaron las variables climáticas del periodo experimental (Tabla 1), en el caso de las precipitaciones, estas fueron registradas en el pluviómetro más cercano al área experimental, perteneciente al pluviómetro del Rincón.

Tabla 1 Variables meteorológicas, temperatura, precipitaciones y humedad relativa del período experimental.

Año	Mes	Tmáx. (°C)	Tmín. (°C)	Tmed. (°C)	HR (%)	Precip. (mm)
2022	Julio	33	23,5	27,2	77	9.5
	Agosto	33,5	23,1	27,2	78	109

Procedimiento experimental:

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cuatro réplicas para evaluar el comportamiento agroproductivo de cultivares e híbridos de Brachiaria.

Las parcelas tenían un largo de 5 m y un ancho de 4 m, para un área de (20 m²) y 18 m² el área de cálculo (Figura 1).



Figura 1 Diseño experimental.

Se determinaron los siguientes indicadores morfológicos:

Altura de la planta, Longitud de la hoja, Ancho de la hoja, Diámetro del entrenudo.

Se determinaron los siguientes indicadores de rendimiento:

Peso verde de la planta, Peso seco de la planta, Rendimiento del cultivo.

Las muestras se disecaron en una estufa a 75 °C.

Resultado experimental:

El experimento se realizó bajo condiciones de secano, muchas de las áreas productivas que se utilizan para la siembra de pastos y forrajes, en nuestra provincia están a expensas de las precipitaciones, sin sistemas de riego por las carencias materiales y lo costoso que es el empleo de estos sistemas. Las plantas recibieron un total de 118.5 mm de lluvia en 45 días.

En una medida moderada el agua lluvia puede ser altamente buena para las plantas, ya que como mencionamos aporta más beneficios que cualquier otra fuente de agua. Además, al ser natural contribuye a que las plantas se hagan más resistentes ante diversas adversidades como las inclemencias del clima (Agropinos, 2021).

El suelo Pardo Grisáceo presenta un pH de 5.7 en los primeros 10 cm de suelo y 5.1 en el nivel de 10 a 20 cm. Las plantas del género *Brachiaria* se desarrolla en una amplia gama de suelos y se adaptan favorablemente a suelos con determinado nivel de acidez.

El género *Brachiaria* posee especies consideradas de importancia, se destacan la *B. purpurascens*, *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura*, por las buenas cualidades de adaptación y persistencia en suelos con limitantes, como los suelos ácidos, los suelos bajos y los de mediana y baja fertilidad; por su eficiente crecimiento y perdurabilidad; por sus altas producciones de biomasa de buena calidad y su alto grado de aceptación por los animales.

Es importante considerar el planteamiento expuesto por Reyes, Méndez-Martínez, Verdecia, Luna-Murillo, Hernández, y Herrera (2018) donde menciona que la producción de pasturas no escapa a esta realidad, ya que, unido a estos efectos, los suelos dedicados a su producción presentan varias limitantes (pedregosidad, compactación, poca fertilidad) esta situación unida a que la producción, composición química y digestibilidad de los forrajes es incluida por diversos factores, entre los cuales se encuentran: el fotoperíodo, temperatura ambiente, edad de la planta y disponibilidad de agua en el suelo; aspectos que limitan el aprovechamiento y disponibilidad en el período de mayor escasez de alimentos para el ganado, donde se crean severas restricciones nutricionales a estos forrajes. Esto determina una deficiente respuesta animal, ya que el contenido nutricional de estos pastos, representa una limitante importante en los sistemas de producción de rumiantes.

En el indicador altura de la planta (Tabla 2) no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Estas plantas fueron cortadas a los 45 días de edad, manifestando alturas que oscilan entre los 66.5 y 80.3 cm, muy similar a los resultados obtenidos por Luna, Reyes, Avellaneda, Espinoza, Iza y Luna Murillo (2015) quienes reportan altura de 67,83 cm para *Decumbens* y 71.02 cm para *Mulato*, en la región del Ecuador.

Se pudo observar en el experimento que *Decumbens* mostraba un hábito de crecimiento diferente al resto de los tratamientos, se encontraban algo acostadas, es decir semierecto.

Tabla 2 Indicadores morfológicos de los cultivares e híbridos de *Brachiaria*.

Tratamientos	Indicador altura de la planta (cm)	Indicador ancho de la hoja (mm)	Indicador longitud de la hoja (cm)	Indicador diámetro del tallo (mm)
Mulato II	66.5 a	13.4 ab	28.9 a	2.3 a
Yacaré	77.5 a	14.6 a	16.7 b	2.0 a
Marandú	80.3 a	15.2 a	28.8 a	2.0 a

Camello	78.8 a	11.1 bc	19.8 b	2.0 a
Cobra	78 a	9.3 c	16.9 b	1.0 b
Decumbens	68.8 a	11.7 bc	18.1 b	2.0 a
CV%	4.32	8.51	5.17	10.89
EE±	0.19	0.53	0.12	0.01

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \geq 0.05$)

En el indicador ancho de la hoja se manifiestan diferencias significativas, obteniendo los mejores resultados Yacaré y Marandú, y obteniendo el menor ancho Cobra, los valores oscilan entre los 9.3 y 15.2 mm.

En el indicador longitud de la hoja se manifiestan diferencias significativas, obteniendo los mejores resultados Mulato y Marandú, los valores oscilan entre los 16.7 y 28.9 cm.

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy similares a los reportados por Reyes y otros (2018) los cuales alcanzaron valores de ancho de la hoja de 16, 19 y 18 mm en Decumbens, Brizantha y Mulato I, respectivamente con una edad de 42 días y una longitud de la hoja de 31, 36 y 31 en Decumbens, Brizantha y Mulato I, para la misma edad de corte.

Reyes y otros (2018) plantea que los mejores valores de altura y número de hojas fueron para la variedad Mulato 1 (0.82 m y 718 hojas, respectivamente), la longitud y ancho de las hojas con 0.36 y 0,085 m para la Brizantha, respectivamente.

Según David (2022) la altura de la planta a los 45 días fue de 85.05 cm al aplicar abonos orgánicos.

La aplicación de gallinaza según Concha, Ramones, Alemán y Zhunio (2022) a una dosis de 10 Tm/ha de gallinaza permitió registrar una altura de $106,47 \pm 11,79$ cm.

En el indicador diámetro del tallo se manifiestan diferencias significativas, obteniendo los mejores resultados Mulato, Yacaré, Marandú, Camello y Decumbens, y el menor valor para Cobra. El diámetro del tallo en este experimento no sobrepasa los 2.3 mm, este resultado difiere del alcanzado por Basantes (2016) en Decumbens Con diámetro de 2.9 mm a las seis semanas después del establecimiento con fertilizaciones de Nitrógeno (Urea) a los 20 días de edad del cultivo en dosis de 50 kg/ha y posteriormente se aplicó 8-20-20 en dosis de 50 kg/ha.

Sánchez, Santos, Ortega, López, y Camacho (2020) reportaron que Cobra y Cayman registraron valores inferiores a 3 mm en diámetro del tallo en un suelo salino, ellos plantean que la salinidad provocó efecto osmótico en las células del tejido vascular y pérdida de turgencia.

En las condiciones actuales de producción en nuestro país se dificulta por problemas económicos la compra de fertilizantes químicos y se usa como alternativa más económica y ecológica la aplicación de fertilizantes orgánicos, y más en la producción de alimento para uso animal, es conocido que la aplicación de fertilizantes nitrogenados

aumenta considerablemente el crecimiento de las plantas, el uso de los abonos orgánicos protegen el medio ambiente y son más económicos en su aplicación, contribuyendo al desarrollo sostenible de la producción pecuaria en nuestro país, fertilizantes que se producen muchas veces en las mismas unidades productivas.

El nitrógeno es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo. El suelo dispone naturalmente de él en forma orgánica y mineral, esta última esencial para que pueda ser absorbido por las plantas. Sin embargo, las cantidades disponibles en el suelo no son suficientes para suplir las necesidades de las plantas cultivadas, por lo que se debe aplicar fertilizantes que aporten nitrógeno. El nitrógeno forma parte de las proteínas, enzimas y clorofila, por tanto, es esencial en los procesos de síntesis de proteínas y en la fotosíntesis, siendo más concretos entre sus funciones también destaca el aceleramiento de la división celular, y la elongación de las raíces (Agrovitra, 2020).

El agua es uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo de las gramíneas, ya que esta constituye aproximadamente el 80 % de los tejidos de las plantas. Cuando se presentan bajas precipitaciones o la distribución de estas es irregular, se generan condiciones de déficit de agua en el suelo, que afectan negativamente las relaciones hídricas internas, lo cual limita la supervivencia de las especies (Martín, Dell'Amico, y Cañizares, 2018).

Las gramíneas forrajeras al igual que muchas especies varían notablemente en su tolerancia a estrés por déficit hídrico. En algunos casos éstas experimentan cambios que le puedan permitir adaptarse o escapar a los efectos negativos ocasionados por el estrés hídrico. El pasto *Brachiaria híbrido* Cayman con un hábito de crecimiento macollado, produce abundantes estolones. Además, en condiciones de alta humedad, este pasto modifica su hábito de crecimiento y desarrolla, temprano en su ciclo de crecimiento, un gran número de tallos decumbentes, los cuales producen macollas y raíces en los nódulos, una característica similar a la de *Brachiaria humidicola*. Estas raíces superficiales sirven de sostén a la planta, absorben nutrientes y suministran oxígeno a la planta en condiciones adversas de drenaje deficiente (Martín, Dell'Amico, y Cañizares, 2018).

En el indicador rendimiento (Tabla 3) los resultados obtenidos en el experimento fueron inferiores a los expresados por Ramírez, Herrera, Leonard, Verdecia, y Álvarez (2010), donde alcanzaron rendimientos a los 45 días de edad que superan las 4 tMS/ha en el híbrido Mulato un suelo de tipo fluvisol.

En estudios recientes, Merlo y otros (2008) citado por Silva (2009) reporta en pasturas de *B. brizantha* rendimientos de 1.73, t MS ha⁻¹ en época seca y 2.40, MS ha⁻¹ en época de lluvias, en 6 semanas de crecimiento.

Según Fisher y Kerridge (1998); Juárez y otros (2001); Faria (2006) citado por Silva, (2009) este pasto es muy productivo y puede alcanzar rendimientos altos. Se han reportado rendimientos desde 8 hasta 21 t MS ha⁻¹ / año.

Tabla 3 Indicadores de rendimiento de cultivares e híbridos de *Brachiaria*.

Tratamientos	Peso verde (kg)	Peso seco (kg)	Rendimiento tMS/ha ⁻¹
Mulato II	0.50 a	0.09 a	3.88 a
Yacaré	0.48 a	0.11 a	3.72 a
Marandú	0.46 a	0.11 a	3.53 a
Camello	0.50 a	0.09 a	3.90 a
Cobra	0.43 a	0.12 a	3.34 a
Decumbens	0.43 a	0.09 a	3.36 a
CV%	10.48	12.28	10.48
EE±	0.02	0.02	0.19

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \geq 0.05$)

Las condiciones climáticas predominantes en Cuba, caracterizadas por la distribución irregular de las lluvias, la variación de la temperatura y la radiación solar, provocan la disminución drástica de los rendimientos de materia seca y la calidad de los pastos, principalmente en el período poco lluvioso. Esto sucede, de forma muy marcada, en la región oriental de Cuba, ocasionando baja disponibilidad de alimento para el ganado vacuno, lo que limita la producción de leche en este período

Para atenuar esta situación, se han introducido nuevas especies resistentes a la sequía, con mayor potencial productivo y mejor calidad. El pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*, cultivar Mulato, es una gramínea promisoría, de gran importancia para la producción de alimento animal en los pastizales cubanos, pues es resistente a períodos prolongados de sequía y es capaz de rebrotar y ofrecer forraje verde durante

Todos estos cultivares e híbridos utilizados son conocidos como pastos mejorados, que producen mayor cantidad y mejor calidad de biomasa que los pastos naturales por los que se pueden emplear en la explotación con mayor carga animal, así mejorar la producción de leche y carne. El desarrollo de técnicas de mejoramiento de praderas en las regiones tropicales enfrenta aún las dificultades que tienen su establecimiento y explotación. El objetivo final del establecimiento de pasturas es mejorar el sistema de producción animal. Implantar una pastura en una entidad ganadera es incorporar un valioso recurso forrajero. Sin embargo, su ingreso al sistema de producción implica considerable esfuerzo financiero en su implantación, realizando gastos de laboreo del suelo, fertilización y compra de semillas, entre otros aspectos (Espínola y Paniagua 2010) citado por (Reyes-Pérez, Méndez-Martínez, Verdecia, Luna-Murillo, Hernández y Herrera, 2018).

CONCLUSIONES

Se determinaron cuatro indicadores morfológicos, mostrando diferencias entre los tratamientos en ancho de la hoja, donde Yacaré y Marandú mostraron los mejores resultados 14.6 y 15.2 mm respectivamente y Cobra reportó el valor más bajo 9.3 mm. En longitud de la hoja, Mulato II y Marandú alcanzaron los valores superiores al resto de los tratamientos con 28.9 y 28.8 cm. En el diámetro del tallo solo Cobra alcanzó el valor más bajo con 1 mm.

El rendimiento de estas plantas se puede considerar de aceptable a pesar de las condiciones reales de producción en este suelo de poca fertilidad, profundidad y la carencia de sistemas de riego, realizando la producción de estas plantas a expensas de las precipitaciones.

REFERENCIAS

- Agropinos.2021. Agua de lluvia para las plantas: ¿qué beneficios aporta? 13 de septiembre de 2021.Recuperado de <https://www.agropinos.com/blog/agua-de-lluvia-para-las-plantas>
- Agrovitra. 2020. La gran importancia del nitrógeno en las plantas. Recuperado de <https://www.agrovitra.com/wp/wp-content/uploads/2020/10/Importancia>
- Basantes Leon, Erick Leonardo 2016. “Comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria decumbens*, sometido a dos densidades de siembra con cuatro frecuencias de corte”. Trabajo de Titulación como requisito previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo, pág. 17. Universidad técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica.
- Canchila, E.R; Mildrey Soca; Ojeda, F; Machado, R. y Canchila, Neydi. 2010. Dinámica de crecimiento de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. Pastos y Forrajes v.33 n.4 Matanzas oct.-dic. 2010
- Concha, V. H., Ramones, L. U., Alemán, L. A., & Zhunio, X. C. (2022). Evaluación del crecimiento de la *Brachiaria ruziziensis* con diferentes fertilizantes en Morona Santiago. Polo del Conocimiento, 7(7), 1466-1475.
- David, M. C. E. 2022. Estudio de la efectividad nutricional de abonos orgánicos en el pasto *Brachiaria* híbrido CIAT 36087 en el clima subtropical, provincia de Manabí (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador).Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MART%C3%8DNEZ%20CEDE%C3%91O%20ERICK%20DAVID.pdf>
- Luna Murillo, Ricardo Augusto; Reyes Pérez, Juan José; Avellaneda Cevallos, Juan Humberto; Espinoza Coronel, Ana Lucia; Iza Taco, Nancy Bárbara y Luna Murillo, Marcelo Vicente. 2015. Respuesta agronómica de tres variedades de *Brachiaria* en el cantón El Empalme provincia del Guayas, Ecuador. Publicado como NOTA TÉCNICA en Ciencia y Tecnología 8(2): 45-50 diciembre de 2015.
- Martín, Roberqui; Dell’Amico, José M y Cañizares, Pedro J. 2018. Respuesta del pasto Cayman (*Brachiaria* híbrido cv.CIAT BRO2/1752) al déficit hídrico. Revista Cultivos Tropicales vol.39 no.1 La Habana ene.-mar. 2018.Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000100015

- Ramírez, J. L; Herrera, R. S; Leonard, I; Verdecia, D y Álvarez, Y. 2010. Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachairia ruzizensis* vc. Mulato en el Valle del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 44, Número 1. Pág. 65 y 66.
- Reyes-Pérez, J. J; Méndez-Martínez, Y; Verdecia, D.M; Luna-Murillo, R. A; Hernández Montiel, L. G; Herrera, R.S. 2018. Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme area, Ecuador. *Cuban J. Agric. Sci.* vol.52 no.4 Mayabeque oct.-dic. 2018 Epub 06-Nov-2018.
- Reyes-Pérez, J. J; Méndez-Martínez, Y; Verdecia, D.M; Luna-Murillo, R. A; Hernández Montiel, L. G and Herrera, R.S. 2018. Components of the yield and bromatological composition of three *Brachiaria* varieties in El Empalme. Ecuador *Cuban Journal of Agricultural Science*, Volume 52, Number 4, 2018.
- Rivera-Damacio, S. (2023). Evaluación agronómica y productiva de tres variedades de *Brachiaria brizantha* bajo dos métodos de siembra en el caserío de Montevideo. *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 3(1), 39-50. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?as_ylo=2023&q=produccion+y+utilizacion++de+pastos+brachiaria&hl=es&as_sdt=0,5
- Sánchez-Bernal, Edgar Iván; Santos-Jerónimo, Silvia; Ortega-Escobar, Héctor Manuel; López-Garrido, Serafín Jacobo y Camacho-Escobar, Marco Antonio. 2020. Crecimiento de los pastos Cayman y Cobra en diferentes niveles salinos de NaCl, en invernadero. *Terra Latinoam* vol.38 no.2 Chapingo abr./jun. 2020 Epub 20-Jun-2020. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792020000300391
- Silva Velasco, Verónica Janeth. 2009. Evaluación de pastos promisorios *Brachiaría brizantha*, *Brachiaría decumbens*, *Panicum maximun* en la finca "buena fe" parroquia 10 de agosto. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. Página 12 y 13.

EVALUACIÓN DE DOS BIOESTIMULANTES EN EL CULTIVO DE LA HABICHUELA (*VIGNA UNGUICULATA*, (L) WALP.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA

EVALUATION OF TWO BIOSTIMULANTS IN THE CULTIVATION OF THE BEAN (*VIGNA UNGUICULATA*, (L) WALP.) UNDER ORGANOPONIC CONDITIONS

Neysis Pérez Fernández, neysis@ult.edu.cu

Osberto Gutiérrez Guevara, osbertogg@ult.edu.cu

Mireldi Fonseca Pérez, mireldi@ult.edu.cu

Aniel Cruz González, cruzgonzalezaniel4@gmail.com

Carlos Pupo Fera, cpupo@ult.edu.cu

Gladia González Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en el organopónico "Vitaminas Verdes" de Las Tunas, en el periodo comprendido desde el 11 de junio hasta el cuatro de agosto de 2022, con el objetivo de determinar el efecto de los bioestimulantes microorganismos eficiente (ME) y Fitomas®-E (FE) en el cultivo de la habichuela de ensalada (*V. unguiculata*), cv., bondadosa, en las condiciones del organopónico, para mejorar el rendimiento agrícola. Se realizaron tres aplicaciones foliar a razón de 15 ml m⁻² (ME), de (FE) 1,5 ml m⁻² y el control sin aplicación. El sustrato utilizado fue una mezcla de suelo con el estiércol vacuno, al 50 % respectivamente. Para la evaluación de los resultados se utilizó el paquete Estadística STARGRAPHICS centurión XV versión 15.2.14, realizándose un diseño completamente aleatorizado y como prueba de comparación de medias la de rangos múltiples de Tukey para un 5 % de significación. Se realizó el experimento en un organopónico abierto, en el que se evaluaron las siguientes variables morfológicas y de rendimiento: altura de la planta, número de hojas por plantas diámetro del tallo, número de flores total, número de vainas por planta, longitud de la vaina, diámetro de la vaina, masa fresca de las vainas y rendimiento agrícola. El empleo de microorganismos eficientes en plantas de habichuela de ensalada y condiciones de organoponía abierta, muestra los mejores resultados en las variables morfológicas, de rendimiento y factibilidad económica, el peor comportamiento lo obtuvo el tratamiento control sin aplicación, con las mayores ganancias y menores costos por peso.

PALABRAS CLAVES: Bioestimulantes; Fitomas®-E; microorganismos eficientes; organopónico; rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out in the organoponic "Vitaminas Verdes" of Las Tunas, in the period from June 11 to August 4, 2022, with the objective of determining the effect of the biostimulants microorganisms efficient (ME) and Fitomas®-E (FE) in the cultivation of the salad bean (*V. unguiculata*), cv., bondadosa, in the conditions of the organoponic, to improve the agricultural yield. Three foliar applications were made at a rate of 15 ml m⁻² (ME), 1.5 ml m⁻² (FE) and the control without application. The substrate used was a mixture of soil and cow manure, at 50%, respectively. For the evaluation of the results, the statistical package STARGRAPHICS centurion XV version 15.2.14 was used, using

a completely randomized design and Tukey's multiple range test for 5 % significance as a test of comparison of means. The experiment was carried out in an open organoponics, in which the following morphological and yield variables were evaluated: plant height, number of leaves per plant, stem diameter, total number of flowers, number of pods per plant, pod length, pod diameter, fresh mass of pods and agricultural yield. The use of efficient microorganisms in salad bean plants and open organoponics conditions showed the best results in morphological variables, yield and economic feasibility; the worst performance was obtained by the control treatment without application, with the highest gains and lowest costs per weight.

KEY WORDS: Biostimulants; Phytomas®-E; efficient microorganisms; organoponics; yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de las hortalizas es una prioridad fundamental para la agricultura urbana, desde varias décadas se ha consolidado a nivel planetario. Entre las hortalizas se destaca la habichuela de ensalada, tiene una extensa demanda por la población a nivel mundial; de gran importancia por ser rica en proteínas, minerales y vitaminas; además el forraje se utiliza para la alimentación animal y como abono verde, dado a su gran volumen de producción de biomasa y fijación de nitrógeno a través de sus nódulos radiculares (Lonardi y otros, 2019). Es producido para consumo fresco y uso industrial, en la actualidad, se incrementa la producción, con el empleo de tecnologías amigables con el medio ambiente (Faostat, 2021)

La producción mundial fue de 23 456 061,9 toneladas, los países principales productores son Asia, África, Oceanía, Medio Oriente, Europa, Estados Unidos, centro y sur de América (Faostat, 2021; 2022). En Cuba se cultivaron más de 210 424 ha de hortalizas y se obtuvieron 11 895 24 t (Fao, 2022). Todas las provincias son productoras a mediana escala, y se cultiva fundamentalmente en los organopónicos, para el consumo fresco. Sus rendimientos suelen estar entre 0,8 y 1,7 kg m⁻² (Minagri, 2022).

En los últimos años, son muchos los bioestimulantes utilizados, que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés, en las condiciones adversas del medio, favorecen el crecimiento, desarrollo y rendimiento, con una disminución del uso de sustancias químicas, la producción de alimentos a base de plantas saludables y ecológicas es una prioridad para los investigadores y académicos. Estos son sustancia que, al aplicarse a las plantas, son capaces de mejorar su eficacia con la absorción y asimilación de nutrientes que propician tolerancia a estrés biótico, abiótico o mejoran alguna de sus características agronómicas (Du Jardin, 2015).

Capaces de reducir los impactos no deseados al medio ambiente, aseguran que obtengan mejor rendimiento de los cultivos con mayor calidad. La utilización de estos, es cada vez más frecuente, tanto por la demanda nutricional focalizada en cultivos estratégicos, donde se requiere incentivar procesos que tengan un impacto positivo en el crecimiento y rendimiento (Shahrajabian y otros , 2021).

Actualmente es aplicada la tecnología de los microorganismos eficientes (ME), un consorcio multimicrobiano descubierto por el profesor Teuro en Japón compuestos por géneros de bacterias, hongos y levaduras; la cual ha sido generalizada y aplicada en

varios países. Estudios recientes han demostrado que el empleo de estos ha favorecido el crecimiento y la productividad de varias especies de plantas, como el tomate, la lechuga, el ají y frijol, entre otros (Díaz y otros, 2020)

Otro de los bioestimulantes utilizados es el Fitomas®-E, obtenido a partir de los derivados de la industria azucarera cubana, un extracto orgánico que sirve de base para la formulación de un nuevo bionutriente comercial. Este formulado ha sido convenientemente ensayado en múltiples cultivos y especies botánicas, bajo condiciones ambientales diversas y validado ventajosamente con análogos comerciales. Es portador de un conjunto de intermediarios bioquímicos de alta energía extraordinariamente valioso para las plantas, lo cual se evidencia en la resistencia al estrés y se ve reflejado en el incremento de los rendimientos y la mejora de la calidad de las cosechas .

Los efectos beneficiosos de los ME y el FE aplicado a las plantas están bien informados en la literatura para algunas especies de plantas; sin embargo, los estudios de la aplicación de estos en la producción y calidad del cultivo de la habichuela son insuficientes. Por lo que el objetivo fue determinar el efecto de los bioestimulantes microorganismos eficiente y Fitomas®-E en el cultivo de la habichuela, en las condiciones del organopónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el organopónico “Vitaminas Verdes” de Las Tunas, en el período comprendido desde el 11 de junio al 11 de agosto de 2022. La unidad cuenta con un área total de 0,41 ha, conformado por 70 canteros, que tienen una dimensión de 20 m de largo por 1,20 m de ancho y 0,30 m de alto, con una separación entre canteros de 0,50 m, según lo establecido por Rodríguez y otros, (2007).

Los tratamientos estudiados fueron: T₁ Control sin aplicación, T₂ Aplicación de Microorganismos Eficientes (ME) 15 ml m⁻², T₃ Aplicación de Fitomas®-E (FE) 1,5 ml m⁻². Para la aplicación de los bioestimulantes se empleó una mochila Matabi de 16 L a razón de 15 ml m⁻² y 1,5 ml m⁻² respectivamente. Se realizaron las aplicaciones a los 15, 30 y 45 días después de la siembra. Al finalizar el ciclo del cultivo se evaluaron las variables: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de flores total (u), número de vainas por planta (u), longitud de la vaina (cm), diámetro de la vaina (cm), masa fresca de las vainas (g) rendimiento agrícola (kg m⁻²).

El control de agentes causales de plagas y arvenses, se realizó de forma manual y se previó la posible incidencia de estas con la utilización de plantas repelentes, trampas de colores, barreras vivas y productos biológicos. Para el tutorado se utilizó un cordel de nylon y se realizó a partir de los diez días de sembrado el cultivo. La cosecha se realizó de forma manual.

Para la evaluación de los resultados se utilizó el paquete Estadística STARGRAPHICS centurión XV versión 15.2.14. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y como prueba de comparación de medias la de rangos múltiples de Tukey para un 5 % de significación.

Se realizó el análisis económico por el método comparativo. Se determinaron los costos, ingresos o valor de la producción, utilidades y el costo por peso de cada

tratamiento. En el costo total se incluyó el valor de todos los insumos utilizados y las diferentes labores fitotécnicas. Con el rendimiento agrícola y el precio de venta de la tonelada de habichuela se obtuvo el ingreso por venta. Para este análisis se tuvo en cuenta los siguientes precios: Precio/venta/habichuela: \$ 20.00 Lb. Precio de semilla: \$ 184.86 kg. Precio/venta/ME: \$ 12.00 L. Precio/venta/FE: \$ 8.00 L.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realiza el análisis del efecto de los bioestimulantes en cuanto a las variables morfológicas (Tabla 1), donde se muestra que, en todas las evaluaciones el mejor comportamiento lo obtuvo con la aplicación de ME con la dosis de 15 ml m², seguido del T₃ con la aplicación foliar de (FE) a razón de 1,5 ml m², con diferencias significativas entre ellos y del control sin aplicación. El menor comportamiento lo alcanzó T₁ Control sin aplicación.

Tabla 1. Comportamiento de las variables morfológicas en la habichuela de ensalada con la aplicación de los bioestimulantes

Tratamientos	AP (cm)	NHP (U)	DTP (cm)	NFP (U)
T ₁ Control sin aplicación	26,6 c	49,1 c	0,72 c	4,72 c
T ₂ Aplicación foliar de ME 15 ml m ²	35,1 a	86,9 a	0,93 a	12,93 a
T ₃ Aplicación foliar de FE 1,5 ml m ²	29,20 b	53,3 b	0,87 b	8,87 b
CV %	9,22	18,97	16,1	14,1
EE ±	0,0177	0,02	0,01	0,01

*Medias con letras diferentes difieren significativamente, P < 0,05.

Leyenda: AP: Altura de las plantas, NHP: Número de hojas por plantas, DTP: Diámetro del tallo por plantas, NFP: Número de flores por plantas.

Los ME son capaces de fijar nitrógeno y combinarlo con nitrógeno molecular o dinitrógeno con oxígeno o hidrógeno para dar óxidos o amonio, que pueden incorporarse a la biosfera. La reducción de nitrógeno a amonio llevada a cabo por bacterias de vida libre o en simbiosis con algunas especies vegetales. Varios autores refieren que las principales especies del género *Rhizobium*, bacterias simbióticas que producen nódulos en diferentes especies de leguminosas, microorganismos fijadores de nitrógenos (Kakraliya y Singh, 2018).

Estos microbios incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, de forma general funcionan como desintegradores de la materia orgánica del suelo, lo que contribuye al restablecimiento de su equilibrio microbiológico y mejora las condiciones físico-químicas a la vez que son capaces de producir sustancias bioactivas estimuladoras del crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Investigaciones realizadas reportan que los ME, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes, cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la

materia orgánica y aumenta el contenido de humus, todo lo cual favorece el crecimiento de la planta (Díaz y otros, 2020). Lo que pudo haber influido en los resultados de esta investigación.

Varios autores refieren que, al evaluar la combinación de ecomic® y microorganismos eficientes en el cultivo de la *Vigna unguiculata*, l. 'cantón-1' en áreas productivas de la empresa agropecuaria Imías, en la variable altura de las plantas, obtuvo los mejores resultados en la combinación de (ME) y *Claroideoglopus claroideum*. Lo que se corrobora en esta investigación con la aplicación de microorganismos eficientes, que fue donde mejores resultados se alcanzaron.

Los resultados de los indicadores del crecimiento evaluado, permitieron corroborar el empleo de (ME) en el comportamiento agroproductivo de cultivos hortícolas, quienes obtuvieron efectos positivos, donde los mejores resultados se alcanzaron con la aplicación foliar de dosis de (ME) a razón de 50 mg dm⁻¹, superior al control si aplicación. Resultados similares fueron logrados para este cultivo con el empleo de una concentración de 50 mg dm⁻¹ de ME-50 combinado con FE en el cv. Bat-304, lograron un incremento del promedio de hojas por planta, con respecto al control.

Otros autores plantean, que el FE incrementa el número de flores, tanto masculinas como femeninas en los cultivos. Además, equilibra la relación entre ambas, que suele desequilibrarse con la fertilización convencional, es de 3,96 flores masculinas por cada flor femenina en el testigo, mientras que cuando se añade el fitoestimulante la relación es de 3,73 flores masculinas por flor femenina, lo cual indica un reajuste favorable a la flor femenina .

Los resultados relacionados con las variables de rendimiento, corroboran la efectividad de los ME con la dosis de 15 ml m², alcanzándose los valores más altos en el tratamiento tratado con este producto, con diferencias significativas de los restantes tratamientos. La aplicación del (FE) fue buena también, pero con menor valor. El T₁ Control sin aplicación fue donde se alcanzó los resultados más inferiores del experimento (Tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento de las variables de rendimiento en la habichuela de ensalada con la aplicación de los bioestimulantes

Tratamientos	NVC (U)	LV (cm)	MFVC (Kg)	RA (Kg m ⁻²)
T ₁ Control sin aplicación	0,72 c	18,95 c	0,031 c	0,83 c
T ₂ Aplicación foliar de ME 15 ml m ⁻²	2,93 a	40,65 a	0,418 a	2,177 a
T ₃ Aplicación foliar de FE 1,5 ml m ⁻²	1,87 b	32,93 b	0,52 b	1,81 b
C.V %	14,1	2,97	3,1	2,97
EE ±	0,01	0,02	0,01	0,02

*Medias con letras diferentes difieren significativamente, P < 0,05.

Leyenda: NVC: Número de vainas por planta en cosecha, LV: Largo de las vainas, MFVC: Masa fresca de las vainas cosechadas por planta, RA: Rendimiento agrícola.

Estos resultados al evaluar el uso de los biopreparados ME-50 y ME-UCF concuerdan con un incremento en el número de vainas por planta y que todos los tratamientos presentaron diferencias significativas con relación al testigo. Similares resultados, fueron obtenidos al evaluar (ME) combinados con Fitomas®-E y/o Lebame, en la producción del frijol común, donde incrementaron el promedio de vainas por planta. Los que coinciden con esta investigación.

Respuestas similares en cuanto al incremento del largo de las vainas al aplicar estos y otros bioestimulantes en el cultivo del frijol (*P. vulgaris*) y diferentes cultivares. Estos autores corroboran las consideraciones expresadas por Terry y otros, (2017), quienes aseguran que estos productos estimulan la formación de los órganos vegetales. Además, estimulan los procesos biológicos, mejoran la disponibilidad de nutrientes, optimizan su absorción, incrementan la tolerancia al estrés abiótico, o los aspectos de calidad de cosecha.

El Fitomas®-E es un producto que aumenta y acelera la germinación de las semillas, estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, mejora la nutrición, la floración y cuajado de los frutos, reduce la duración de las fases de semillero, vivero y en general, el ciclo del cultivo, lo que permite reducir entre el 30 y el 50 % de las dosis recomendadas. Además, acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha disminuyendo el tiempo necesario para su incorporación al suelo, ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, daños mecánicos, enfermedades y plagas, disminuye las labores, pues se consigue un "cierre" temprano, lo que ahorra trabajo y combustibles.

Efectos similares en el incremento del rendimiento fueron logrados con la aplicación individual de ME y FE comparado con la no aplicación de estos (control) Calero y otros, (2017), mientras que, con la aplicación foliar de (FE) individual y la mezcla de este con varios biopreparados de microorganismos eficientes alcanzaron un incremento del rendimiento en relación a la variante sin aplicación.

Al realizar el análisis del efecto económico en el empleo de microorganismos eficientes y Fitomas®-E en el cultivo de la habichuela de ensalada se observa que el tratamiento T₂ donde se aplicó ME 15 ml m² y el T₃ con FE 1,5 ml m² manifiestan el menor costo por peso de producción y una ganancia superior en ambas, con respecto al control (Tabla 3)

Tabla 3. Valoración económica de los resultados obtenidos en la investigación de la habichuela de ensalada

Tratamientos	Rend. (kg m ⁻²)	VP m ⁻² (\$)	Cp m ⁻² (\$)	C/\$	G/ (\$ m ⁻²)
T ₁ Control sin aplicación	0,83	3.652	3	0.82	0.7
T ₂ Aplicación foliar de Microorganismos Eficientes 15 ml m ⁻²	2,177	95.788	3.5	0.04	92.3
T ₃ Aplicación foliar de Fitomas®-E 1,5 ml m ⁻²	1,81	79.64	3.25	0.04	76.4

Leyenda: Cp=Costo de producción, VP=Valor de la producción, C/\$=Costo por peso, G/\$=Ganancia por peso.

Say (2020) al evaluar la respuesta agroproductiva de la habichuela a la aplicación de bioestimulantes en condiciones de organopónicos, refiere que las respuestas obtenidas corroboraron el efecto positivo de la aplicación de estos, en los resultados agroproductivos en el cultivo, en condiciones de organopónicos. Los bioproductos evaluados incrementaron los indicadores morfológicos de la habichuela, alcanzó rendimientos superiores al testigo, mayores ganancias y los menores costos por pesos.

En general el comportamiento del experimento en cuanto a las variables climáticas, las precipitaciones en la provincia de Las Tunas, los acumulados anuales medios de la lluvia, alcanzan un total de 1 038 mm, aunque tuvo un decrecimiento de 2.0 mm de precipitaciones (E. Estrada, comunicación personal, 18 de octubre de 2022). Sin embargo, en el periodo del experimento las registradas en el municipio fueron de 123,1 mm, este cultivo es moderadamente tolerante a la sequía, porque se puede desarrollar con precipitaciones menores de 400 mm. Aunque estuvieron distribuidas, lo que pudieron haber influido positivamente en la investigación.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados se alcanzaron con la aplicación de microorganismos eficientes en todas las variables morfológicas y de rendimiento. El menor comportamiento se obtuvo en el tratamiento Control sin aplicación. En los tratamientos bioestimulados se obtuvieron las mayores ganancias y menores costos por peso.

REFERENCIAS

- Calero, H. A., (2019). Respuesta agroproductiva de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de vermicompost lixiviado y microorganismos eficientes. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(1). Recuperado de <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n1.82584>
- Calero, A., Quintero, E. y Pérez, Y. (2017). Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). *Agrotecnia de Cuba*, 41(1), 17-24.
- Díaz, R. A., Abreu, R., Arletis, U. C., Irlaidis, A. R. y Noryaisis. (2020). *Producción artesanal y aplicación de microorganismos eficientes en el contexto agrícola cubano*. Centro de Desarrollo de la Montaña (DDM). Editorial: Proyecto "Redes para una Agricultura Resiliente, RedAR".
- Du Jardin P. (2015) Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci Horti*, 196, 3-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Fao (Food and Agriculture Organization, 2022). *Nuestros sistemas alimentarios están fallando y la pandemia del coronavirus agrava la situación*. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2020/06/1475712>
- Faostat (Base de Datos Estadísticos Corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación, 2021). *Base de Datos de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Fao): Consumo mundial de frijol*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#home>

- Faostat (Base de Datos Estadísticos Corporativos de la Organización para la Agricultura y la Alimentación, 2022). *Principales indicadores productivos del cultivo del frijol caupí (V. unguiculata L. Walp.) durante el año 2021*. Recuperado de <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>
- Kakraliya, M. y Singh, R. (2018). Effect of soil test crop response basis integrated nitrogen management on yield, quality and profitability of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4).
- Lonardi, S., Muñoz-Amatriaín, M., Liang, Q., Shu, S., Wanamaker, S. I., Lo, S., ... y Alhakami, H. (2019). The genome of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *The Plant Journal*, 98(5), 767-782.
- Minagri (Ministerio de la Agricultura, 2022). *Informe sobre la producción de hortalizas en Las Tunas durante el año 2021*. Delegación provincial de la agricultura. Las Tunas. Cuba.
- Say, A. L. R. (2020). Respuesta agroproductiva de la habichuela (*Vigna unguiculata*, (L) Walp.) a la aplicación de bioestimulantes en condiciones de organopónicos. (Trabajo Fin de Maestría sin publicar, Universidad de Las Tunas).
- Shahrajabian, M. H., Chaski, C., Polyzos, N. & Petropoulos, S. A. (2021). Biostimulants application: A low input cropping management tool for sustainable farming of vegetables. *Biomolecules*, 11, e698. Recuperado de <https://org/10.3390/biom11050698>
- Terry, A. E., Leyva, Á., y Hernández, A. (2017). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate. *Revista Colombiana Biotecnología*, 7(2), 47-54.

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR TABLAS CONFIABLES DE COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS PARA EL GANADO

PROCEDURE FOR DEVELOPING RELIABLE NUTRITIONAL COMPOSITION TABLES FOR LIVESTOCK FEEDS

Feisy Pérez Amores, feisypa@ult.edu.cu

Oscar Romero Cruz, oromero@udg.co.cu

Alicia Centurión Fajardo, acenturionf@udg.co.cu

RESUMEN

El software AliCuba permite recopilar, procesar y crear tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado, a partir de informaciones que aparece publicada en diferentes fuentes bibliográficas. Este trabajo tuvo como objetivo describir el diseño e implementación de un procedimiento estadístico que ayuda a procesar información bibliográfica sobre los alimentos con el interés de elaborar tablas confiables de composición. Este procedimiento estadístico incluyó el análisis exploratorio de los datos, a través del cual se hace una valoración de los métodos de detección de valores atípicos univariados (rangos intercuartiles y desviación estándar) y el remuestreo de los datos a través del bootstrap con el objetivo de obtener estadígrafos más robustos. Se describe el procedimiento estadístico implementado con la información sobre el pasto de Guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni), la cual poseía las siguientes características: clasificada como gramínea pratense y forrajera, la parte del alimento corresponde a las hojas y tallos, fresco, evaluado en la región occidental, en época de lluvia, sin riego, sin fertilización y de 30 a 60 días de edad. Se demostró la validez del procedimiento estadístico, en particular las ventajas de aplicar el método de remuestreo bootstrap, pues contribuyó a mejorar los valores de la desviación estándar y los intervalos de confianza. Además, resultó una herramienta útil para investigadores, profesores y otros responsabilizados en la elaboración de las tablas de composición de alimentos.

PALABRAS CLAVES: análisis exploratorio de datos; tablas cubanas; animales; bootstrap; estimación.

ABSTRACT

The AliCuba software allows compiling, processing and creating tables of nutritional composition of livestock feedstuffs, based on information published in different bibliographic sources. The objective of this work was to describe the design and implementation of a statistical procedure that helps to process bibliographic information on food with the interest of elaborating reliable composition tables. This statistical procedure included the exploratory analysis of the data, through which an assessment is made of the univariate outlier detection methods (interquartile ranges and standard deviation) and the resampling of the data through the bootstrap with the aim of obtaining more robust statisticians. The statistical procedure implemented with the information on Guinea grass (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni), which had the following characteristics, is described: classified as a forage grass, the part of the food corresponds to leaves and stems, fresh, evaluated in the western region, in the rainy season, without irrigation,

without fertilization and 30 to 60 days old. The validity of the statistical procedure was demonstrated, particularly the advantages of applying the bootstrap resampling method, as it contributed to improve the values of standard deviation and confidence intervals. In addition, it proved to be a useful tool for researchers, teachers and others responsible for the elaboration of food composition tables.

KEY WORDS: exploratory data analysis; cuban tables; animals; bootstrap; estimation.

INTRODUCCIÓN

Schlageter-Tello *et al.* (2020) refirió que las tablas tradicionales de composición de alimentos han sido una herramienta útil en el campo de la nutrición animal durante los últimos 70 años. No obstante, necesitan proporcionar más información que las concentraciones promedio, como desviaciones estándar precisas y los intervalos de confianza en la composición de nutrientes. Esto se debe a que la variabilidad inherente en la composición nutritiva de un alimento representa un factor de riesgo principal en la elaboración de las dietas para el ganado y la no consideración hace que se queden por debajo de las necesidades de los animales en un 50 % de los casos.

Por esta razón, con más frecuencia se manejan métodos de formulación de dietas que consideren la incertidumbre que ocurren en los ingredientes. En tal sentido, se destaca la utilización de los márgenes de seguridad, la cual se define como el grado en que una dieta se formula por encima de los requisitos de nutrientes y tiene como objetivo minimizar el riesgo de deficiencia de nutrientes (St-Pierre y Weiss, 2015). De manera similar, algunos nutricionistas utilizan la programación estocástica según Birge y Louveaux (2011). También, Morales (2012) demuestra que para satisfacer las exigencias nutricionales de los animales e indicadores productivos y reducir los costos de producción, es necesario utilizar la programación lineal con datos imprecisos diseñados por Cadenas y Verdegay (1999).

Las tablas cubanas de alimentos elaboradas hasta el presente (Cáceres *et al.*, 2002; García y Pedroso, 1989; MINAG, 2009) carecen de los datos de la desviación estándar (DS) y los intervalos de confianza (IC), necesarios para poder utilizar los métodos de formulación anteriormente referidos. Muchos de los trabajos investigativos realizados en Cuba en los últimos años (Milera *et al.*, 2017; entre otros) no están incluidos, lo cual dificulta identificar los recursos disponibles a nivel local, con potencialidades para la alimentación y el manejo de los animales.

Para resolver esta situación, se creó la herramienta informática AliCuba (Pérez *et al.*, 2021) que permite crear las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado, a partir de la recopilación y procesamiento de las informaciones que aparece publicada en diferentes fuentes bibliográficas.

Sin embargo, Schlageter-Tello *et al.* (2020) indicó los importantes desafíos que representan el desarrollo de tablas de composición de alimentos, ya que los datos proporcionados por diferentes fuentes tienden a tener identificaciones erróneas de los alimentos, malos procedimientos de muestreo, pequeñas muestras y otras complicaciones que podrían causar estimaciones inexactas de los promedios y la desviación estándar. Es por eso que se requieren software que faciliten la gestión de las bases de datos de alimento animal y que ejecuten procedimientos automatizados

para descubrir los datos incorrectamente introducidos, detectar la ausencia de valores o una mala codificación de las variables.

Por lo antes expuesto, este trabajo tuvo como objetivo describir el diseño e implementación de un procedimiento estadístico que ayuda a procesar información bibliográfica sobre los alimentos con el interés de elaborar tablas confiables de composición nutritiva de los alimentos para el ganado.

Funcionamiento del Software

Para elaborar las tablas cubanas de composición nutritiva de los alimentos, con el auxilio del software AliCuba (Pérez *et al.*, 2021), se requiere pasar por tres momentos:

(1) Captación de datos: se registra las informaciones publicadas sobre la composición nutritiva de los alimentos contenida en las principales revistas vinculadas a la producción animal en Cuba (Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, Revista de Pastos y Forrajes, Revista de Producción Animal, Revista de Producción Porcina y Revista de Avicultura), las principales tablas cubanas elaboradas hasta el presente (Cáceres *et al.*, 2002; García y Pedroso, 1989; MINAG, 2009) así como algunas tesis de doctorado. Además, se complementan con ecuaciones que permitan estimar valores.

(2) Evaluación de la información captada: se realiza un análisis exploratorio de los datos, para descubrir los posibles errores (datos incorrectamente introducidos, detectar la ausencia de valores o una mala codificación de las variables) a partir de la aplicación de métodos de detección de valores atípicos univariados (rangos intercuartiles y desviación estándar). Durante este paso, se generan las tablas de composición nutritiva de los alimentos junto a un análisis estadístico descriptivo. Además, se realizan representaciones gráficas de las pruebas estadísticas aplicadas.

(3) Generación de las tablas finales: primero se efectúan las estimaciones de valores a partir de las ecuaciones registradas, luego se aplica el remuestreo bootstrap a todos los nutrientes que contienen 3 o más observaciones y por último se generan las tablas de composición nutritiva de los alimentos.

Diseño del Procedimiento Estadístico

Se desarrolló una metodología (figura 1) para perfeccionar el análisis exploratorio de las informaciones incluidas en la base de datos, la cual se describe a continuación.

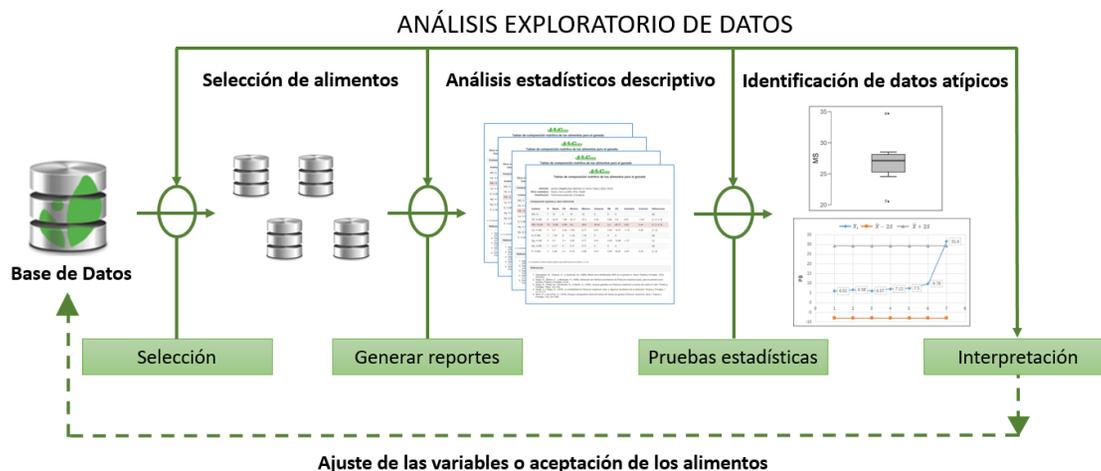


Figura 1. Esquema de la metodología desarrollada.

Selección de alimentos

Para realizar el análisis exploratorio, se tiene que seleccionar el alimento o los grupos de alimentos deseados. Luego el software genera todas las combinaciones permisibles contenidas en la base de datos, según los metadatos del alimento y los factores que hacen variar su composición nutritiva. Una vez concluido, se construyen todos los reportes de las tablas.

Las etiquetas de los alimentos se formaron, según los metadatos definidos previamente (nombre común principal, nombre científico, variedad, parte y proceso), de la siguiente manera:

Etiqueta alimento: nombre común principal (*nombre científico* cv variedad), parte, proceso

Por el contrario, para generar las etiquetas de los factores se debe seleccionar los metadatos (región, época, riego, fertilización, rango de edad, entre otros) a considerar.

Análisis estadístico descriptivo

En este sentido, se mejoran los reportes de las tablas generadas por el software de Pérez *et al.* (2021), el cual se le incorporan los datos de la varianza, el error estándar, el coeficiente de variación, la curtosis y la asimetría. Además, se señalan los nutrientes que están fuera del intervalo $\bar{x} \pm ks$; donde $k = 3.5$ (Schlageter-Tello *et al.*, 2020; Tran *et al.*, 2020), \bar{x} es el promedio y s la desviación estándar. De igual forma, para poder localizar mejor de donde se tomaron los valores evaluados se indican las referencias bibliográficas.

Identificación de datos atípicos

Para investigar la observación x_i calificada como anómalo, en los nutrientes marcados que están fuera del intervalo $\bar{x} \pm ks$, al software se le implementó un modo para aplicar las pruebas estadísticas (I) y (II) (Figuroa-Mata *et al.*, 2012). Estas son visualizadas a través de los diagramas de cajas y los gráficos de desviación estándar respectivamente. La prueba estadística (I) se ejecuta a través del Plug-in spss.jar, implementado para tal efecto, que se enlaza con el paquete estadístico SPSS (2013). Mientras que la prueba

(II) se ejecuta con un procedimiento incorporado al software, el cual genera un informe con el gráfico de DS complementa con una tabla que contiene todos los valores de x_i junto a la tipificación de los valores atípicos y la referencia bibliográfica a la que pertenece.

(I) Rangos intercuartiles. Se considera $Q_1 =$ posición ordenada $0.25(n + 1)$, $Q_2 =$ posición ordenada $0.5(n + 1)$ y $Q_3 =$ posición ordenada $0.75(n + 1)$. Tal que $\Delta Q_3 Q_1$ es el intervalo intercuartílico.

$$x_i < Q_1 - 1.5(\Delta Q_3 Q_1) \rightarrow \text{anómalo } x_i \text{ o } x_i > Q_3 + 1.5(\Delta Q_3 Q_1) \rightarrow \text{anómalo } x_i$$

(II) Desviación estándar. Se calcula la distancia entre el valor promedio \bar{x} de los datos y k veces la desviación estándar s , de forma que el $|\bar{x} - ks|$ genera un rango, para la cual se consideran atípicos los datos que están fuera de ella. Según la cantidad de datos del conjunto, k puede ser igual a 2 o 3.

$$x_i < \bar{x} - ks \rightarrow \text{anómalo } x_i \text{ o } x_i > \bar{x} + ks \rightarrow \text{anómalo } x_i$$

Ajuste de las variables o aceptación de los alimentos

Para determinar la decisión a tomar sobre los valores atípicos, se hizo necesario verificar la causa que lo producen. En este sentido, se examinaron las referencias bibliográficas donde se originaron estos datos anómalos, para comprobar que cada variable estuviera almacenada con el tipo de valor que le corresponde. Así como también, se consultaron la gaceta oficial donde contienen los Registros Público de Variedades Comerciales del Ministerio de la Agricultura (República de Cuba, 2022) y las diferentes investigaciones (Anónimo, 2011, 2016; Milera *et al.*, 2017, 2020; Roig, 1988; entre otras) que permiten determinar la forma correcta de definir los metadatos o explicar estos comportamientos inusuales.

Cada decisión tomada con los valores atípicos demandó que se realizaran nuevamente los análisis exploratorios, con o sin los valores inusuales, para poder medir su efecto en los resultados obtenidos. Si el efecto es mínimo, se elimina o sustituyen. Por el contrario, si es sustancial, se analizan nuevamente las causas.

Remuestreo bootstrap

Algunos autores como Woli *et al.* (2021) indican en que se debe aplicar el método bootstrap (Efron y Tibshirani, 1993), para lograr una buena aproximación de la distribución de los estimadores, ya que este constituye la línea más avanzada, tanto desde el punto de vista teórico como aplicado, de una variedad de técnicas para la inferencia estadística entre las que se encuentran la permutación estocástica, el jackknife y la validación cruzada. Además, se ha demostrado que el intervalo de confianza bootstrap percentil presenta ventajas teóricas sobre el intervalo normal estándar y un mejor comportamiento en la práctica.

Por tal razón, para crear las tablas finales, se le incorporó al software de Pérez *et al.* (2021) el método bootstrap, el cual permitió realizar un remuestreo a todos los nutrientes que contienen 3 o más observaciones, para estimar la media, la DS y los IC.

Implementación del procedimiento estadístico

En este trabajo se describe el procedimiento estadístico implementado con la información sobre el pasto de Guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni), la cual poseía las siguientes características: clasificada como gramínea pratense y forrajera, la parte del alimento corresponde a las hojas y tallos, fresco (proceso), evaluado en la región occidental (Occ), en época de lluvia (Llu), sin riego (SRie), sin fertilización (SFer) y de 30 a 60 días de edad (30a60). Antes de generar el reporte de la tabla de composición nutritiva se formaron las etiquetas que se especifican a continuación:

Alimento: Guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni), hojas y tallos, fresco

Otros metadatos: Occ-SDEpo-SDRie, Fer, 30a60

El análisis estadístico descriptivo realizado a la Guinea se muestra en la figura 2. Los análisis evaluados corresponden a la materia seca (MS), la fibra bruta (FB), la proteína bruta (PB), el calcio (Ca), el potasio (K), el magnesio (Mg), el sodio (Na) y el fósforo (P). Se puede apreciar a que referencia bibliográfica pertenece los valores obtenidos.

En este reporte (figura 2) se evidencian que la PB contienen valores atípicos, ya que estos superan a 3,5 unidades de la DS del valor de la media, por lo que se procede a identificar las causas que lo originan. En tal sentido, para aplicar las pruebas estadísticas (I) y (II) se dio clic en el botón Identificar datos atípicos.

En las figuras 3 y 4 se muestran los reportes de las pruebas estadística (I) y (II) respectivamente. En la (II) se aplicó con un valor de $k = 2$. Donde cada método identificó un valor anómalo (muestra 9: 29.9) correspondiente a la publicación de Simo y de la Paz (1978).

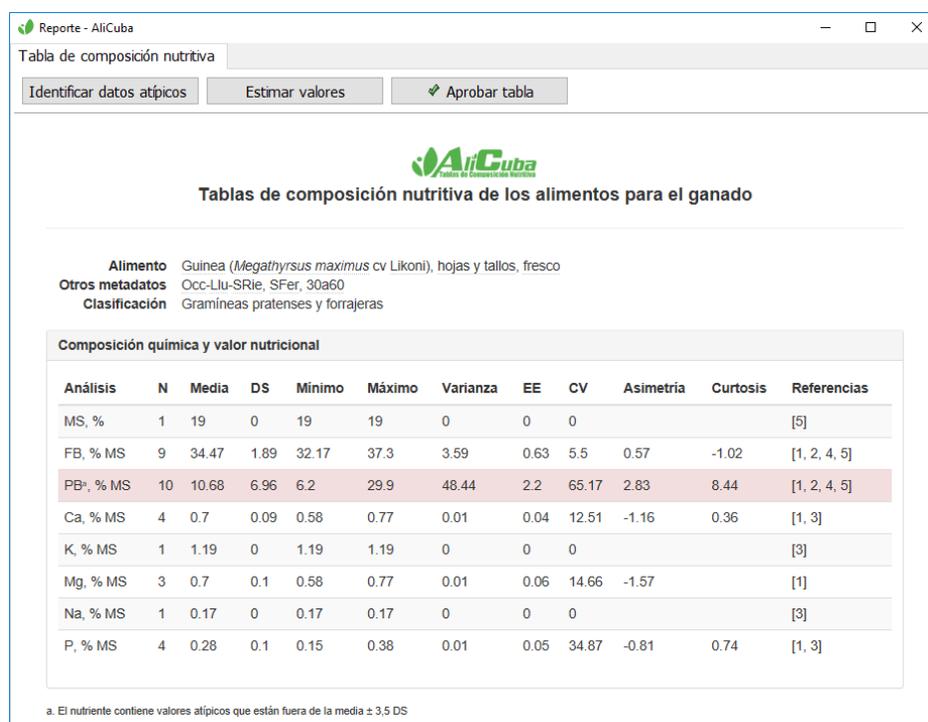


Figura 2. Reporte del análisis estadístico descriptivo de la tabla de composición nutritiva de *Megathyrsus maximus* cv. Likoni

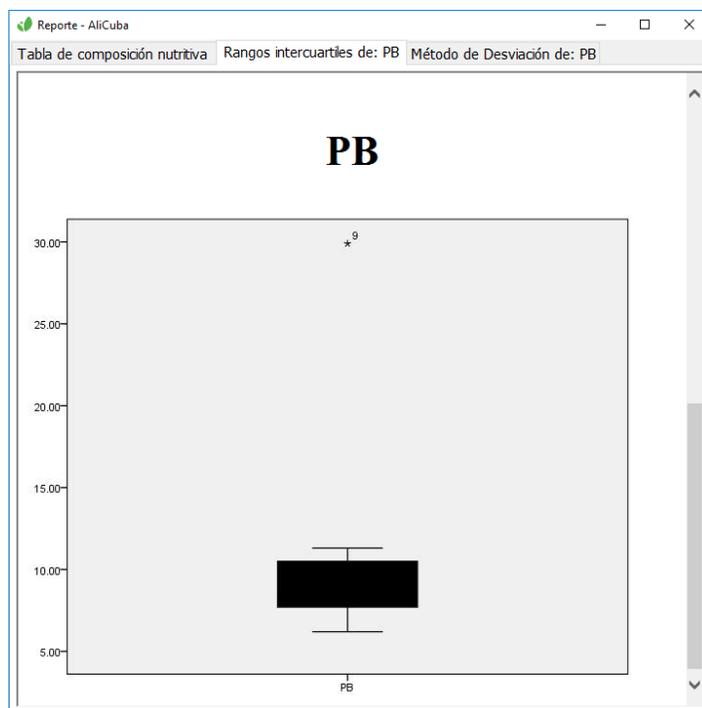


Figura 3. Prueba estadística (I) para identificar los valores atípicos en PB



Figura 4. Prueba estadística (II) para identificar los valores atípicos en PB

Al analizar el valor anómalo identificado se compraba que constituye un error de la publicación (Simo y de la Paz, 1978), ya que este se publicó como PB y en realidad correspondiente al valor de la FB. Una vez identificado el problema se procede a subsanar el error.

Una vez concluido las transformaciones realizadas, se repite nuevamente el proceso exploratorio a los datos. En el nuevo análisis estadístico descriptivo se evidencian que no se reportan valores atípicos.

Antes de generar las tablas finales se estimaron los valores según las ecuaciones registradas. Para ello, se dio clic en el botón (figura 2). En este caso sólo

son completados los valores del nitrógeno (N), según la expresión $N(\% MS) = PB(\% MS)/6.25$ que se aplica para todos los forrajes (Zaklouta *et al.*, 2011).

Para generar la tabla final de composición nutritiva de la Guinea (figura 5) el software aplicó de forma automática el remuestreo bootstrap basados a 10000 réplicas con un intervalo de confianza de tipo percentil al 95%.

Composición química y valor nutricional (aplicado método de remuestreo bootstrap)									
Análisis	N	Media	DS	Mínimo	Máximo	Varianza	EE	CV	Referencias
MS, %	1	19	0	19	19	0	0	0	[5]
FB ^a , % MS	10	34.02	0.68	32.7	35.34	0.46	0.01	2	[1, 2, 4, 5]
PB ^a , % MS	9	8.54	0.56	7.49	9.67	0.31	0.01	6.54	[1, 2, 4, 5]
N ^b , % MS	9	1.37	0.09	1.2	1.54	0.01	0	6.53	[1, 2, 4, 5]
Ca ^b , % MS	4	0.7	0.04	0.62	0.76	0	0	5.48	[1, 3]
K, % MS	1	1.19	0	1.19	1.19	0	0	0	[3]
Mg ^b , % MS	3	0.7	0.05	0.58	0.77	0	0	6.91	[1]
Na, % MS	1	0.17	0	0.17	0.17	0	0	0	[3]
P ^b , % MS	4	0.28	0.04	0.19	0.35	0	0	15.25	[1, 3]

b. Resultado del bootstrap basados a 10000 muestras con un intervalo de confianza de tipo percentil al 95%

Figura 5. Tabla de composición nutritiva de *Megathyrus maximus* cv. Likoni

Los resultados descritos en este trabajo confirman que se debe realizar un proceso exploratorio de los datos antes de decidir que tratamiento se deben dar a los valores atípicos. De igual forma, se comprueban las ventajas de aplicar el método de remuestreo bootstrap (Figura 5), pues permitió reducir como promedio un 22.31% de la DS, especialmente la PB que tenían una concentración de nutrientes superior a 3,5 unidades de DS de la media (PB: de 6.96 a 0.56).

CONCLUSIONES

El procedimiento estadístico evaluado e implementado permitió perfeccionar el proceso de elaboración de las tablas de composición nutritiva de los alimentos para el ganado. Los resultados del remuestreo con el método bootstrap proporcionaron mejoras en los valores de la desviación estándar y los intervalos de confianza.

REFERENCIAS

- Birge, J. R. y Louveaux, F. (2011). *Introduction to Stochastic Programming* (2.^a ed.). Springer Series in Operations Research and Financial Engineering. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0237-4>
- Cáceres, O., Ojeda, F., González, E., Arece, J., Milera, M., Lamela, L., Esperance, M., Montejo, I. L. y Soca, M. (2002). *Valor nutritivo de recursos forrajeros tropicales para los rumiantes*. Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/proyecto/tablavalor nutritivo/tbn.pdf>
- Cadenas, J. M. y Verdegay, J. L. (1999). *Modelos de optimización con datos imprecisos*. Servicios de publicaciones de la Universidad de Murcia.

- Efron, B. y Tibshirani, R. J. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Springer-Science+Business Media, B. V. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-4541-9>
- Figueroa-Mata, G., Carrera, E. y Jiménez, A. (2012). *Análisis de Componentes Principales en Paralelo*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2910/Informe_Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García-Trujillo, R. y Pedroso, D. M. (1989). *Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo*. EDICA.
- Los árboles multipropósitos en los sistemas agroforestales pecuarios*. (2016). Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/proyecto/2017electronicos/aroblesmultipropositos.pdf>
- Martínez, J. (2005). *Características productivas y nutritivas de los residuos de la industria cítrica de Ciego de Ávila con fines de uso en la alimentación de rumiantes* [Tesis de doctorado]. Instituto de Ciencia Animal.
- Milera, M. C., Machado, R. L., Simón, L. R., García Trujillo, R., Mesa Sardiñas, A. R., González Rosado, Y., Hernández Chávez, M. B., Pérez Vargas, A., Remy López, V. A., Ojeda García, F., Esperance Matamoros, M. J., Lamela López, L., Hernández Torrecilla, D., Cáceres García, O., Paretas Fernández, J. J., López Gutiérrez, M., Machado Martínez, H. C., Seguí Cartaya, E., Martín Martín, G. J., ... Miret Prieto, R. (2017). *Tecnologías, metodologías y resultados generados por la EEPFIH* (M. C. Milera & T. Sánchez (Eds.)). Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/proyecto/2017electronicos/tecnologias.pdf>
- Milera, M. C., Sánchez, T. y Hernández, M. (Eds.). (2020). *Recursos forrajeros multipropósitos*. Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de https://biblioteca.ihatuey.cu/link/nuestraspublicaciones/recursos_forrajeros_multipropositos2020.pdf
- MINAG. (2009). *Tablas de especificaciones nutricionales de los piensos y composición nutritiva y límites de inclusión de las materias primas*. UECAN.
- Morales, D. M. (2012). *Formulación de piensos industriales empleando modelos de optimización con datos imprecisos* [Tesis de doctorado]. Universidad de Granma.
- Pérez, F., Romero, O. y Centurión, A. (2021). AliCuba: software de gestión de composición de alimentos para el ganado en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4), 15-28. Recuperado de <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=download&path%5B%5D=2059&path%5B%5D=889>
- Recursos forrajeros, herbáceos y arbóreos*. (2011). Editorial Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Recuperado de <https://biblioteca.ihatuey.cu/link/nuestraspublicaciones/recuforra.pdf>

- República de Cuba. (2022). Decreto 73/2022 “De las actividades productivas, de servicios y de comercialización del Ejército Juvenil del Trabajo” (GOC-2022-1042-0113). *Gaceta Oficial, No. 113 Ordinaria de 17 de noviembre de 2022*. Recuperado de <https://www.gacetaoficial.gob.cu/sites/default/files/goc-2022-o113.pdf>
- Roig, J. T. (1988). *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. Editorial Científico-Técnica.
- Schlageter-Tello, A., Fahey, G. C., Freel, T., Koutsos, L., Miller, P. S. y Weiss, W. P. (2020). ASAS-NANP SYMPOSIUM: RUMINANT/NONRUMINANT FEED COMPOSITION: Challenges and opportunities associated with creating large feed composition tables. *Journal of Animal Science*, 98(8), 1-13. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/jas/skaa240>
- Simo, P. y de la Paz, G. (1978). Ensayo comparativo entre 25 clones de hierba de guinea (*Panicum maximum* Jacq.). *Pastos y Forrajes*, 1(2), 231-259.
- SPSS. (2013). *Statistical Package for the Social Sciences (Versión 22.0.0.0) [Programa de ordenador]*. IBM Corporation. Recuperado de <http://www.ibm.com>
- St-Pierre, N. R. y Weiss, W. P. (2015). Partitioning variation in nutrient composition data of common feeds and mixed diets on commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 98, 1-12. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9431>
- Tran, H., Schlageter-Tello, A., Caprez, A., Miller, P. S., Hall, M. B., Weiss, W. P. y Kononoff, P. J. (2020). Development of feed composition tables using a statistical screening procedure. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3786-3803. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16702>
- Woli, P., Rouquette, F. M., Long, C. R. y Tedeschi, L. O. (2021). Estimating the daily nutritive value of bermudagrass for grazing livestock. *Applied Animal Science*, 37(1), 1-10. Recuperado de <https://doi.org/10.15232/aas.2020-02087>
- Zaklouta, M., Hilali, M., Nefzaoui, A. y Haylani, M. (2011). *Animal nutrition and product quality laboratory manual*. ICARDA.

EVALUACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES Y FITOMAS®-E EN EL CULTIVO DE LA COL CHINA (*BRASSICA PEKINENSIS*, L.) EN CONDICIONES DE ORGANOPONÍA

EVALUATION OF EFFICIENT MICROORGANISMS AND PHYTOMAS®-E IN THE CULTIVATION OF CHINESE CABBAGE (*BRASSICA PEKINENSIS*, L.) UNDER ORGANOPONIC CONDITIONS

Osberto Gutiérrez Guevara, osbertogg@ult.edu.cu

Neysis Pérez Fernández, neysis@ult.edu.cu

Mireldi Fonseca Pérez, mireldi@ult.edu.cu

Leyani Batista Jiménez, batistajimenezleyani@gmail.com

Carlos Pupo Feria, cpupo@ult.edu.cu

Gladia González Ramírez, gladiagr@ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación se realizó en el organopónico "Vitaminas Verdes" de Las Tunas, en el período comprendido desde el 3 de julio al 3 de agosto de 2022, con el objetivo evaluar los efectos con la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y Fitomas®-E (FE), en el cultivo de la col china, en condiciones de organoponía, para mejorar el rendimiento. Se aplicaron tres dosis foliar de (ME) a razón de 15 ml m⁻², (FE) a razón de 1,5 ml m⁻² y el control sin aplicación. El sustrato utilizado fue una mezcla de suelo con el estiércol vacuno, al 50 % respectivamente. Para la evaluación de los resultados se utilizó el paquete Estadística STARGRAPHICS centurión XV versión 15.2.14. Utilizándose un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres tratamientos y como prueba de comparación de medias la de rangos múltiples de Tukey para un 5 % de significación. El experimento se realizó en un organopónico abierto, en el que se evaluaron las siguientes variables morfológicas y de rendimiento: altura de la planta, largo y ancho de la hoja, número de hojas totales, número de hojas comerciales, número de hojas no comerciales, largo de la raíz, peso por planta y rendimiento. El empleo de microorganismos eficiente en plantas de col china en condiciones de organoponía obtuvo los mejores resultados en todas las variables morfológicas y de rendimiento. La mejor efectividad económica del empleo de las aplicaciones de los microorganismos eficientes y el Fitomas® E en col china, en condiciones de este organopónico.

PALABRAS CLAVE: formas, organopónico, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out in the "Vitaminas Verdes" organoponics in Las Tunas, from July 3 to August 3, 2022, with the objective of evaluating the effects of the application of efficient microorganisms (EM) and Phytomas®-E (FE) on the cultivation of Chinese cabbage, under organoponic conditions, to improve yield. Three foliar doses of (ME) were applied at a rate of 15 ml m⁻², (FE) at a rate of 1.5 ml m⁻² and the control without application. The substrate used was a mixture of soil with cow manure, at 50%, respectively. The statistical package STARGRAPHICS centurion XV version 15.2.14

was used to evaluate the results. A completely randomized experimental design was used, with three treatments and Tukey's multiple range test for 5 % significance was used as a test for comparison of means. The experiment was carried out in an open organoponics, in which the following morphological and yield variables were evaluated: plant height, leaf length and width, number of total leaves, number of commercial leaves, number of non-commercial leaves, root length, weight per plant and yield. The use of efficient microorganisms on Chinese cabbage plants under organoponics conditions obtained the best results in all morphological and yield variables. The best economic effectiveness of the use of the applications of efficient microorganisms and Phytomas® E on Chinese cabbage, under organoponic conditions.

KEY WORDS: forms, organoponics, yield.

INTRODUCCIÓN

La col china (*Brassica pekinensis*, (Lour.) Rupr.), se conoce generalmente con el nombre de “repollo chino” o “Petisai”, el aspecto general de la planta es el de una lechuga romana, o un repollo alargado según las variedades; es una hortaliza ligera, más finas y digestible; se les cultiva de forma similar a las coles (repollo). Contiene altas cantidades de vitamina A, vitamina C, nutricionalmente también se destaca por su contenido en omega 3, betacarotenos y compuestos azufrados con propiedades antioxidantes (Leyva y Ricardo, 2018).

La producción mundial de hortalizas en el periodo del 2006 al 2020 creció a una tasa anual de aproximadamente el 1,8 %, esta se ha convertido en una vía para mejorar el régimen alimentario de los habitantes de zonas urbanas y campesinas además de constituir un medio para obtener ingresos económicos. Reinó (2018). Así en 2021 más de doscientos millones de toneladas se produjeron en todo el mundo. China es el primer productor con un 71,2 % del total, seguido por la India con un 14 % y en un tercer lugar se encuentra Filipinas con un 2,1 % del total (Fao, 2022).

En Cuba la producción de hortalizas fue del 99 % (más de un millón 252 mil toneladas), y se pretende completar las 10 mil hectáreas comprometidas y llegar a 11 200, es decir, una hectárea por cada mil habitantes. La producción de hortalizas ha crecido cada año, reportándose 27 660,187 t destinadas fundamentalmente al autoconsumo familiar (Minagri, 2021).

La utilización de productos con funciones biorreguladoras y bioestimuladoras en el crecimiento de los cultivos, contribuyen la base de la fertilidad del suelo. Estos presentan un triple aspecto: físico, químico y biológico. Cuando estas sustancias se aplican a diferentes cultivos son capaces de aumentar los rendimientos, mejorar la resistencia al frío y la tolerancia a la salinidad. Se requiere de la utilización de compuestos que sean capaces de mejorar las condiciones de los sistemas, reducir al mínimo el uso de agroquímicos y estimular el empleo de productos biológicos obtenidos de materias primas locales (Espinosa *et al.*, 2021).

Dentro de los más reconocidos está el microorganismo eficiente (ME) es una tecnología desarrollada por el profesor Teuro Higa, basada en una mezcla microbiana de diferentes géneros de microorganismos (bacterias, hongos, levaduras, entre otros). El principio fundamental consiste en la introducción de un conjunto de microorganismos benéficos, que permiten mejorar las propiedades del suelo. Esta es actualmente

aplicada en diversos procesos agropecuarios y medioambientales y empleada en más de 80 países (Calero, 2019).

Otro de los bioestimulantes utilizado es el Fitomas®-E es un bionutriente derivado de la industria azucarera cubana por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Este tiene múltiples funciones, aumenta y acelera la germinación de las semillas, estimula el desarrollo de las raíces, tallos y hojas, reduce el ciclo del cultivo y ayuda a superar los efectos negativos en las plantas por salinidad, sequía, exceso de humedad, enfermedades y plagas, mejora sustancial cuando se tratan cultivos sometidos tanto a estreses bióticos como abióticos (Montano *et al.*, 2007).

Varias son las investigaciones que se han desarrollado con productos estimuladores del crecimiento vegetal, las que permiten aumentar de forma sostenible las producciones agrícolas. Por lo que el objetivo fue determinar el efecto de los bioestimulantes Microorganismos eficiente y Fitomas® E en el cultivo de la col china, en las condiciones del organopónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el organopónico "Vitaminas Verdes" de Las Tunas, en el período comprendido desde el 3 de julio hasta el 3 de agosto del 2022. La unidad cuenta con un área total de 0,41 ha, conformado por 70 canteros, que tienen una dimensión de 20 m de largo por 1,20 m de ancho y 0,30 m de alto, con una separación entre canteros de 0,50 m, según lo establecido por (Rodríguez *et al.*, 2007).

Los tratamientos estudiados fueron: **T₁** Control sin aplicación. **T₂** Aplicación de Microorganismos Eficientes 15 ml m⁻². **T₃** Aplicación de Fitomas®-E 1,5 ml m⁻². Los bioestimuladores de crecimiento microorganismos eficientes (ME) y Fitomas®-E (FE) se aplicaron con una mochila Matabi de 16 L a razón de 15 ml m⁻² de (ME) y 1,5 ml m⁻² de (FE). Se realizaron tres aplicaciones a los 7, 14 y 21 días. Se evaluaron las variables altura de la planta (cm), largo de la raíz (cm), largo y ancho de la hoja (cm), número de hojas totales, número de hojas no comerciales, número de hojas comerciales, peso por planta (kg) y rendimiento agrícola (kg m⁻²).

El sustrato utilizado en el área experimental fue materia orgánica y compost preparado con restos de cosechas. La planta indicadora es el maíz (*Zea mays*, L.) y repelentes el orégano (*Plectranthus amboinicus*, L), albahaca (*Ocimum basilicum*, L) y copetuda (*Tagetes erecta*, L), además, trampas de colores distribuidas en 50 % amarilla, 25 % azul y 25 % blancas, cuentan con una colmena, para tener las abejas que ayudan a la polinización de los cultivos.

Las labores fitotécnicas, excepto las relacionadas con la fertilización, se realizaron según la Guía técnica para la producción del cultivo de la col china Rodríguez *et al.* (2007). Se realizó la siembra directa, se empleó el método de riego por aspersión en los canteros, antes de la siembra se humedeció el suelo y después, se realizó el riego dos veces al día según las exigencias del cultivo. La cosecha se realizó de forma manual.

Para la evaluación de los resultados se utilizó el paquete Estadística STARGRAPHICS centurión XV versión 15,2,14, utilizándose un diseño completamente aleatorizado y

como prueba de comparación de medias la de rangos múltiples de Tukey para un 5 % de significación.

Se realizó el análisis económico por el método comparativo. Se determinaron los costos, ingresos o valor de la producción, utilidades y el costo por peso de cada tratamiento. En el costo total se incluyó el valor de todos los insumos utilizados. Con el rendimiento agrícola y el precio de venta de la tonelada de la col china se obtuvo el ingreso por venta. Para este análisis se tuvo en cuenta los siguientes precios: Precio de venta de la col china: \$ 15.00. Precio de la semilla: \$ 286.85. Precio de venta de microorganismos eficientes: \$ 12.00. Precio del Fitomas®-E: \$ 8.00. Las semillas utilizadas fueron adquiridas en la empresa de semillas de Las Tunas, la entidad informó un porcentaje de germinación del 95 %.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El análisis de las variables morfológicas (Tabla 1), los mejores resultados fueron en el tratamiento donde se aplicó microorganismos eficientes a razón de 15 ml m⁻² con diferencia significativa del resto de los tratamientos en la mayoría de las evaluaciones. El de menor comportamiento fue el tratamiento Control sin aplicación

Tabla 1. Comportamiento de los bioestimulantes en las variables morfológicas en el cultivo de la col china

Tratamientos		AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)	LR (cm)
T ₁	Control sin aplicación	27,7 c	19,85 c	12,84	5,11 c
T ₂	Aplicación foliar de ME 15 ml m ⁻²	36,65 a	24,85 a	12,28	11,5 a
T ₃	Aplicación foliar de FE 1,5 ml m ⁻²	30,7 b	21,97 b	12,5	8,9 b
C.V %		19,82	9,25	11,32	11,92
EE ±		0,2	0,01	0,1	0,01

Medias con letras diferentes difieren significativamente, P < 0.05.

Leyenda: AP: Altura de las plantas. LH: Largo de las hojas. AH: Ancho de las hojas. LR: Largo de la raíz.

La respuesta mostrada por las plantas tratadas con microorganismos eficientes en su crecimiento, concuerdan con lo informado en una investigación realizada por Luna y Mesa (2016), al evaluar el efecto de (ME-UCF), en lechuga (*Lactuca sativa*, L), con dosis de 48 L ha⁻¹, donde obtuvieron un incremento en la altura, peso de la roseta de las hojas y una reducción del ciclo del cultivo. Lo que concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

Así mismo estos resultados no coinciden con los informados por Espinosa *et al.* (2015) quienes, en una evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con bioestimulantes orgánicos obtuvieron diferencias significativas en las dos hortalizas, destacándose en ambas el tratamiento Vermicompost con el que se obtuvieron los valores mayores en col china.

Otro autor refiere (Mitma, 2021), que al evaluar el efecto de tres concentraciones de ME en cultivo hidropónico de *L. sativa* var. Crespa, determinó que el promedio de las alturas de lechugas, a una concentración de 0,0342 %, obtuvo mayor altura. Mientras tanto en el Control las plantas mostraron una menor altura. Por lo que Callisaya y Fernández (2017), manifiestan que los ME incrementan y sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas y hormonas. Estas hormonas potencian la activación para la división como el alargamiento celular, dirigen y aceleran el flujo de nutrientes. Los que coinciden con esta investigación.

Por otra parte, Ponce (2016) en una evaluación con diferentes bioestimulantes en el cultivo de la col china (*Brassica pekinensis*) variedad KIBOHO 90 F-1, no encontró diferencias significativas entre sí, lo que no coinciden con esta investigación. También resultados positivos en la producción de otros cultivos, fueron logrados por Liriano *et al.* (2015) al aplicar ME individual y combinada con *T. harzianum*. Estos autores informaron una mayor calidad de las cosechas con incrementos de las variables evaluadas con diferencias significativas respecto a un Control sin tratar. Sus resultados coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación.

En los vegetales las hojas resultan el principal órgano de síntesis de las sustancias vegetales y es precisamente en ellas, donde los bioestimulantes foliares actúan, pues poseen diferentes sustancias como hormonas, aminoácidos y otros reguladores del crecimiento que incrementan el área foliar (Torres *et al.*, 2017). Esto justifica los resultados obtenidos con dosis de 15 ml m⁻² de ME en el cultivo, el que fue mejor comportamiento. Así mismo, Silva (2016), en el cultivo de la lechuga obtuvo el mejor ancho de las hojas, pero con el empleo de dos estimuladores del crecimiento y un biofertilizante en la zona sur de la provincia de Las Tunas.

Otros autores como Pii *et al.* (2015), refieren que este comportamiento se debe a la acción benéfica que realizan los microorganismos en el sistema suelo-planta (rizósfera), los cuales, contribuyen a acelerar la viabilidad de los nutrientes para las plantas, garantizan un mayor crecimiento y desarrollo de las parcelas inoculadas. Sin embargo, Barral (2004), informó que las dosis 0,6 y 1,0 L ha⁻¹ de Fitomas®-E en lechuga fueron las de mejores comportamientos en condiciones de cultivo semiprotegido en la provincia de Santiago de Cuba. En esta misma provincia Rodríguez *et al.* (2011), con la aplicación de 0,7 L ha⁻¹ de Fitomas®-E, obtuvieron hojas menos largas que las obtenidas en esta investigación.

Otro autor refiere que la aplicación de ME durante la fase de desarrollo y crecimiento de los cultivos se dirige al follaje, el producto es absorbido por las hojas y actúa como estimulante del crecimiento, la floración y la fructificación Díaz *et al.* (2020). Por su parte Liriano *et al.* (2015) con la aplicación de (ME) individual y combinada con *T. harzianum* en la producción de otros cultivos hortícolas, incrementaron el número de hojas y el área foliar de las en relación al control sin aplicación. Los que corroboran los resultados alcanzados en esta investigación.

Además, Frutafeed (2013) refiere que, en las hortalizas se reconoce una relación directa entre la masa radical y el desarrollo de la parte aérea, ésta favorece la fotosíntesis y aumenta su calibre. Esa relación directa entre sistema radical y expresión vegetativa provoca una mayor absorción de agua y nutrientes e incrementa el

suplemento hormonal desde la raíz a la parte aérea, lo que favorece el desarrollo foliar y consecuentemente la cantidad de carbohidratos que se distribuye en toda la planta.

Así mismo Cid (2013), manifiesta en la investigación sobre los avances de la Tecnología ME en Brasil, en cultivo hidropónico. Donde un 1 L de (ME) activado, fue disuelto directamente en los tanques de bombeo una vez por semana a lo largo de todo el ciclo productivo del cultivo de lechuga americana. La dosis más eficiente se demostró con un 1 L de (ME) activado por 2000 L de solución nutritiva, se observó aumento de 50 % en el crecimiento de las raíces se manifestaron completamente sanas y blancas. Los resultados obtenidos concuerdan con estos resultados donde el mejor largo de la raíz, lo presenta la dosis de 15 ml m².

Nieblas (2016), en una evaluación del efecto de diferentes dosis de Fitomas®-E y microorganismos eficientes en *L. sativa* observó en el tratamiento T₅ los mejores resultados con la aplicación de los ME a una dosis de 0,11 mL.m² donde alcanzó el promedio mayor con 8,21 cm del tamaño de raíz de lechuga; la cual fue significativamente mayor a los demás tratamientos. Lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

En el análisis del resultado de las variables del rendimiento, como se muestra (Tabla 2) la aplicación de los bioestimulantes en las plantas de col china, si se tiene en cuenta que el objetivo económico, son las hojas y el mayor número de hojas totales y comerciales, lo obtuvo el tratamiento con la aplicación de microorganismos eficientes, siendo este el que menos hojas desechó, así como la aplicación con el Fitomas®-E. El control sin aplicación obtuvo el menor comportamiento.

Tabla 2. Efectos de los bioestimulantes en las variables del rendimiento en el cultivo de la col china

Tratamientos		NHT (u)	NHNC (u)	PTP (kg)
T ₁	Control sin aplicación	10,95 c	0,7 c	0,6 b
T ₂	Aplicación foliar de ME 15 ml m ⁻²	19,6 a	2,03 a	0,08 c
T ₃	Aplicación foliar de FE 1,5 ml m ⁻²	1,1 b	0,97 b	2,8 a
C.V %		9,25	11,32	11,92
EE ±		0,01	0,1	0,0153

*Medias con letras diferentes difieren significativamente, P < 0.05.

Leyenda: NHT: Número de hojas totales. NHNC: Número de hojas no comerciales. PTP: Peso Total de las planta.

La importancia del número de hojas en una planta radica en que cada hoja representa un órgano de nutrición especializado, cuya función es la fotosíntesis, donde se transforma la materia inorgánica en orgánica, además, está encargada de la transpiración Frutafeed (2013). Esto evidencia un comportamiento favorable de la planta

en respuesta a la aplicación de microorganismos eficientes a razón de 15 ml m² en esta investigación.

Calero (2019) estudió el efecto entre ME y Fitomas®-E en el incremento agroproductivo de otros cultivos, y demostraron que la producción fue favorecida con

0,0342 % de ME, se registró el mayor peso fresco. En cambio, en la aplicación asociada entre ME y FE, comparado con las formas individuales, porque aumentó el número de hojas por planta, masa seca, cantidad, calidad de los frutos para producir 1090,0 kg ha⁻¹ en época intermedia y 660,0 kg há⁻¹ en la tardía en relación al Control.

Nieblas (2016), en una evaluación del efecto de diferentes dosis de Fitomas®-E y microorganismos eficientes en *L. sativa*, reportó que en el tratamiento T₅, a una concentración de 0,11 mL m² obtuvo mejor peso, difirió significativamente de los restantes tratamientos. Lo que coincide con esta investigación. El uso de bioestimulantes orgánicos permite obtener un beneficio económico favorable y disminuir el uso de fertilizantes sintéticos y promover una agricultura de conservación, para aprovechar recursos existentes en las fincas (Reyes *et al.*, 2018).

Al realizar el análisis del efecto económico en el empleo de ME y FE en el cultivo de la col china se observa que el tratamiento T₂ y el T₃, donde se aplicó foliar, manifiestan el menor costo por peso de producción y una ganancia superior con respecto al control. En todas las variantes experimentales se produjeron ganancias, pero el mayor efecto económico se alcanzó en el T₂ que se aplicó ME 15 ml m², que obtuvo una ganancia de 258,97 pesos por hectárea. El (T₁) Control sin aplicación obtuvo la menor ganancia, así como los mayores valores en gastos totales y costo por peso.

Tabla 3. Valoración económica sobre la evaluación de microorganismos eficiente y **Fitomas®-E** en el cultivo de la col china

Tratamientos	Rend. (kg m ⁻²)	VP m ⁻² (\$)	Cp m ⁻² (\$)	C \$	G (\$ m ⁻²)
T ₁ Control sin aplicación	2,69	88.77	2.00	0.02	86.77
T ₂ Aplicación foliar de Microorganismos Eficientes 15 ml m ⁻²	7,91	261.03	2.056	0.01	258.97
T ₃ Aplicación foliar de Fitomas®-E 1,5 ml m ⁻²	3,49	115.17	2.034	0.01	113.13

Leyenda: Cp=Costo de producción, VP=Valor de la producción, C/\$=Costo por peso, G/\$=ganancia por peso.

Estos resultados pueden estar relacionados con el incremento de la eficiencia de los microorganismos eficientes (ME) constituidos por Actinomicetos, Levaduras, Hongos, Bacterias y Lactobacillus, que restableció el equilibrio microbiológico del sustrato del organopónico, mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, lo que posibilita incrementar el rendimiento del cultivo. Varias son las investigaciones que se

han desarrollado con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes productos estimuladores del crecimiento vegetal, las que permiten aseverar que el empleo de bioestimulantes permite aumentar de forma sostenible la producción agrícola (Pérez, 2018).

Se ha comprobado que la aplicación de ME en los cultivos mejora indicadores tales como diámetro del tallo, altura de las plantas, número de hojas, flores y frutos. Unos de sus efectos en los procesos fisiológicos de las plantas es que se acorta el ciclo productivo de los cultivos y se incrementan los rendimientos entre un 15 y 30 % (Díaz *et al.*, 2020).

Por su parte Lambert *et al.* (2012), informaron rendimientos superiores a los obtenidos en esta investigación con el uso del bioestimulante Fitomas®-E en la provincia de Granma. Sin embargo, Del Toro (2010), en una evaluación de diferentes dosis de aplicación de fitomas®-E en cultivos hortícolas, obtuvo que la dosis de 1,5 L ha⁻¹ fue la que estimuló los componentes del rendimiento. Lo que no coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

En general los ME pudieron haber incidido positivamente en este resultado en la investigación, por las características de este bioestimulante, que se puede aplicar como inoculante para restablecer el equilibrio microbiológico del suelo y mejorar sus condiciones fisicoquímicas, esto permite incrementar la producción de los cultivos y realizar funciones, como degradar, conservan los recursos naturales, el objetivo principal es generar una agricultura sostenible (Luna y Mesa, 2016; Díaz *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

1. El empleo de microorganismos eficientes en plantas de col china en condiciones de organoponía, obtuvo los mejores resultados en todas las variables morfológica y de rendimientos.
2. La mejor efectividad económica en el cultivo de la col china con las mayores ganancias y los menores costos por pesos se obtuvieron con la aplicación de microorganismo eficiente y Fitomas®-E respecto al Control, los que pueden ser una alternativa para la producción de este cultivo.

REFERENCIAS

- Barral, Y. (2004). Evaluación de diferentes dosis de Fitomas®-E en el cultivo de la lechuga. (Trabajo Fin de Grado, sin publicar. Universidad de Granma).
- Calero, H. A., (2019). Respuesta agroproductiva de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de vermicompost lixiviado y microorganismos eficientes. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 9(1). Recuperado de <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v9n1.82584>
- Callisaya, Q. Y. y Fernández, C. C. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (ME), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), Municipio de Achocalla. *Apthapi de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA*, 3(3), 652-666.

- Cid, S. (2013). Informe sobre los avances de la Tecnología ME en Brasil en el campo de Hidroponía. Recuperado de <https://docplayer.es/21212491-Avances-de-latecnologia-em-en-brasil-hidroponia.html>
- Díaz, A., Abreu, A., Urguelles, I. y Abreu, N. (2020). Producción artesanal y aplicación de microorganismos eficientes en el contexto de agrícola cubano. Proyecto "Redes para una agricultura resiliente, RedAR". Costa Rica.
- Espinosa, A. R., Hernández, R. M. y González, M. (2021). Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Centro Agrícola*. 48(3), 81-92.
- Espinosa, K. C. y Mónica, M. V. (2015). Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con fertilizantes orgánicos. Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná.
- Fao (Food and Agriculture Organization, 2022). *Nuestros sistemas alimentarios están fallando y la pandemia del coronavirus agrava la situación*. Recuperado de <https://news.un.org/es/story/2020/06/1475712>
- Frutafeed. (2013). Manejos y productos para potenciar el desarrollo radicular. Redagícola. Recuperado de www.frutafeed.cl
- Hernández, Y., Batista, R. y Rodríguez, N. (2015). Efecto de momentos de aplicación de Fitomas®-E, en el cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*, L) variedad Poinsett en organopónico. *Granma Ciencia*, 19(1).
- Lambert, T., Zamora, M. y Ramírez, A. (2012). *Aplicación del Fitomas®-E al cultivo de lechuga*. Recuperado de <https://www.epol.com.ar/newsmatic/index.php?pub>
- Leyva, K. y Ricardo, L. (2018). *Evaluación del comportamiento de moluscos en el cultivo Brassica rapa L. subsp. pekinensis (Col china)* (Trabajo fin de grado Bachelor's thesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias Dpto, Ciencias Agropecuarias.).
- Liriano, R., Núñez, D., Hernández, L. y Castro, A. (2015). Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa*, L.). *Cent. Agrícola*, 42(2).
- Luna, F. M. y Mesa, R. J. (2016) Microorganismos Eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Agroecosistemas*, 4(2).
- Minagri (Ministerio de la Agricultura, 2021). *Informe sobre la producción de hortalizas en Las Tunas durante el año 2020*. Delegación provincial de la agricultura. Las Tunas. Cuba.
- Mitma, E. (2021). Efecto de tres concentraciones de microorganismos eficientes (EM-1) en el cultivo hidropónico de (*Lactuca sativa* L) "lechuga" var. Crespa, Ayacucho.
- Montano, R., Zuaznabar, R., García, A., Viñals, M. y Villar, J. (2007). Fitomas®-E: Bionutriente derivado de la industria azucarera. ICIDCA. *Sobre los derivados de la caña de azúcar*, 41(3).

- Nieblas, L. (2016). *Evaluación del efecto de diferentes dosis de Fitomas®-E y microorganismos eficientes en Lactuca sativa L. (lechuga) en el Organopónico Villa Nueva, municipio Holguín.* (Trabajo Fin de Grado. Universidad de Holguín). Recuperado de <https://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/5676>
- Pérez, M. (2018). Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos del pepino (*Cucumis sativus*, L.) y remolacha (*Beta vulgaris*, L.) en condiciones de organopónico. (Trabajo Fin de Maestría, sin publicar. Universidad de Las Tunas).
- Pii, Y., Mimmo, T., Tomasi, N., Terzano, R., Cesco, S. & Crecchio, C. (2015). Microbial interactions in the rhizosphere: beneficial influences of plant growth-promoting rhizobacteria on nutrient acquisition process. *Biol. Fertil. Soils*. 51(4), 403-415.
- Ponce, R. (2016). evaluación de dosis de ácido húmico granulado de leonardita y ácidos húmicos y fúlvicos con macro y micro elementos en el cultivo de col china (*brassica pekinensis*) variedad kiboho 90 f-1, bajo condiciones agroecológicas. tarapoto – Perú 2016.
- Reinó, C. (2018). “*Evaluación de alternativas de fertilización orgánica en el cultivo del pimiento (Capsicum annuum L.)*.” (Trabajo Fin Maestría, Universidad de Las Tunas).
- Reyes, J. Enríquez, E. Ramírez, M. Rodríguez, A. y Falcón, A. (2018) Aplicación de Quitomax® en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y evaluación de su efecto en el rendimiento y el valor nutricional. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 35(4), 463-475.
- Rodríguez, A., Martínez, F., Leudisyanes, R., Mirneyis, C. y Yolaisis, B. (2011). *Efecto del bioestimulante (Fitomas®-E) y el biofertilizante (Bioplasma) en el rendimiento de la lechuga var. anaida bajo condiciones de organoponía semiprotegida. Agrotecnia de Cuba*, 35(1), 54-60.
- Rodríguez, N. A., Nelson, C. C., Elizabeth, P. T., Félix, C. P., José, F. B. Jesús, E. O. (2007). *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida Sexta Edición, 2007.* ISBN: 959-246-030-2.
- Silva, S. (2016). *Efecto de Bayfolan Forte, FitoMas®-E y EcoMic en variables morfológicas y de rendimiento del cultivo de la lechuga (Lactuca sativa, L.) en las condiciones de suelo y clima de la CCS Frank País del municipio Majibacoa.* (Trabajo de fin de grado, Universidad de Las Tunas).
- Torres, D., Mendoza, B., Marco, L. M. y Gómez, C. (2017). Riesgos de salinización y sodificación por el uso de abonos orgánicos en la depresión de Quíbor. *Venezuela. Multiciencias*, 16(2), 133-142.

INFESTACIÓN DE *DICHOSTACHYS CINÉREA* Y SU INCIDENCIA SOBRE LA CALIDAD DE LOS SUELOS FERIALÍTICOS PARDOS ROJIZOS

DICHOSTACHYS CINEREA INFESTATION AND ITS IMPACT ON THE QUALITY OF REDDISH-BROWN PHERSIALYTIC SOILS

Noiry Pérez Pómpa, pereznoiry@gmail.com

Santa Laura Leyva Rodríguez, lauralr@ult.edu.cu

Madelaine Meriño Lara, madelaineml@ult.edu.cu

Yordanis Ramírez Pérez, yordanisr09@gmail.com

Antonio Oduardo Olano, antonioduardo91@gmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en tres sistemas de uso localizados en la zona norte del municipio Las Tunas, específicamente en la Granja 6 de Junio del Ministerio del Interior (MININT). Los diferentes sistemas respondieron a un gradiente de conservación/perturbación, dentro del cual el sistema más conservado fue el de marabú (*D. cinérea*); moderado nivel de perturbación los pastizales; e intenso nivel de perturbación los cultivos varios. El objetivo fundamental fue evaluar indicadores que reflejen la calidad de los suelos Fersialíticos Pardos Rojizos cubiertos de marabú y cultivados. Se determinaron indicadores químicos (pH, fósforo, materia orgánica), y biológicos (densidad y biomasa de lombrices). Los resultados mostraron que las áreas infestadas por *D. cinerea*, presentaron un alto índice de calidad de los suelos en correspondencia con una mayor estabilidad y un menor grado de intervención respecto a los suelos dedicados a los pastizales y cultivos varios. El análisis de la información a través de variables químicas y biológicas diferenció usos del suelo favorable o degradante, lo cual es valioso en la proyección del cambio de uso de la tierra.

PALABRAS CLAVE: *Dichrostachys cinerea*, calidad del suelo, indicadores.

ABSTRACT

The research was carried out in three use systems located in the northern zone of the municipality of Las Tunas, specifically in the 6 de Junio Farm of the Ministry of the Interior (MININT). The different systems responded to a conservation/disturbance gradient, within which the most conserved system was the marabú (*D. cinérea*); moderate level of disturbance the pastures; and intense level of disturbance the various crops. The main objective was to evaluate indicators that reflect the quality of the reddish brown pthersialitic soils covered with marabú and cultivated. Chemical (pH, phosphorus, organic matter) and biological (earthworm density and biomass) indicators were determined. The results showed that the areas infested by *D. cinerea* had a high soil quality index corresponding to greater stability and a lower degree of intervention than soils dedicated to pasture and various crops. The analysis of the information through chemical and biological variables differentiated favorable or degrading soil uses, which is valuable in the projection of land use change.

KEY WORDS: *Dichrostachys cinerea*, soil quality, indicators.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que enfrenta la agricultura actual, por la intensificación del uso del suelo es su degradación, generado por diversas actividades para el buen establecimiento del cultivo (Sandoval y Suarez, 2018), Esta degradación se ha propagado en el mundo a un ritmo acelerado y especialmente la pérdida del carbono orgánico ha conllevado a la disminución de la calidad del suelo y representa una amenaza para los sistemas de producción agrícola y seguridad alimentaria.

La calidad del suelo se puede medir a través de indicadores de calidad (ICS). Estos ICS son atributos medibles que revelan la respuesta de la productividad o funcionalidad del suelo al ambiente, e indican si la calidad del suelo mejora, permanece constante o decrece (Ghaemi, Astaraj, Emami, Nassiri-Mahalati, y Sanaeinejad, 2014). Dan información sobre el efecto del cambio en el uso del suelo y el impacto que tienen las prácticas agrícolas sobre la degradación o su funcionamiento.

En Cuba el sector agrícola se agudiza por diversos factores que afectan la calidad de los suelos, como son la salinidad, erosión, poco drenaje, baja fertilidad y retención de humedad y la desertificación, unido al estado de las tierras agrícolas que están ociosas ocupadas en gran por ciento por especies exóticas invasoras como el marabú (*D. cinerea*) durante las últimas décadas, constituyendo una amenaza para la diversidad de los ecosistemas.

El Municipio Las Tunas posee un área Total de 80833,3 ha, de ellas afectadas por marabú pesado 16884,4 ha y afectadas por marabú medio 8130, 0 ha para un total de 25014,4 ha (30 % del total de las áreas). Muchas de estas áreas se gestionan a través de la tala y desmonte con impactos negativos en la calidad del suelo. La creciente preocupación sobre el uso sostenible del recurso suelo, genera la necesidad de desarrollar estudios que permitan diagnosticar el efecto que tienen las prácticas de uso y manejo en la calidad del suelo y especialmente los sistemas infestados por *D. cinerea* por tal motivo el problema de esta investigación lo constituye:

El municipio Las Tunas posee un área total de 80833,3 ha, de ellas afectadas por marabú 25014,4 ha. Muchas de estas áreas se gestionan a través de la tala y desmonte con impactos negativos en la calidad del suelo. La creciente preocupación sobre el uso sostenible del recurso suelo, genera la necesidad de desarrollar estudios que permitan diagnosticar la incidencia que tienen las prácticas de uso y manejo en las propiedades de los suelos y especialmente en los sistemas infestados por *D. cinerea* lo que constituye el objetivo del presente trabajo.

Caracterización de los sistemas de estudio

La investigación abarcó tres sistemas de uso localizados en las coordenadas (21°04'21.9"N 77°00'18.9), en la Granja 6 de Junio del MININT. Los diferentes sistemas de uso respondieron a un gradiente de conservación/perturbación, dentro del cual el sistema más conservado es el de *D. cinerea* (marabú), moderado nivel de perturbación los pastizales e intenso nivel de perturbación los cultivos varios.

Los sistemas de uso de *D. cinerea* tienen un tiempo de establecimiento por más de 20 años, afectados por la quema hace 10 años y su regeneración natural hasta la fecha ha permitido su establecimiento en esta región.

Los sistemas de pastizales tienen un tiempo de establecimiento por más de 30 años, abundan especies naturales (*Sporobolus indicus*, *Dichantium annulatum* y *Paspalum notatum*), con una carga 1,3 UGM (Unidad de ganado mayor) ha⁻¹. El sistema de cultivo tiene 10 años de establecido, en cultivos de granos y hortalizas.

La clasificación de los suelos se realizó a partir de la descripción del perfil del suelo, en cada sistema de uso, según Manual Metodológico para la Cartografía Detallada y Evaluación Integral de los Suelos. Se utilizó la Clasificación de los suelos de Cuba (Hernández, Pérez, Bosch y Castro, 2015).

Las propiedades biológicas se estudiaron en el periodo lluvioso, para la recolección de la macrofauna se siguió la Metodología del Programa de Investigación Internacional "Biología y Fertilidad del Suelo Tropical" (que consistió en la extracción de monolitos de 25 x 25 x 30 cm y la extracción de los oligoquetos se realizó manualmente insitu y se preservó en alcohol al 75 %.

En cada sitio o réplica se trazaron tres transectos paralelos separados entre sí en 50 m y de donde se extrajeron dos monolitos distanciados en 20 m, para un total de 6 muestras por replica y 18 muestras en cada sistema de uso. Se calcularon los valores promedios de densidad (individuos m⁻²) y biomasa de oligoquetos (g m⁻²) (se calculó sobre la base del peso húmedo en la solución preservante).

Las muestras para la determinación de las propiedades químicas se tomaron en los mismos sitios donde se realizó la identificación de los oligoquetos. Se tomaron 3 muestras compuestas por sistema de uso. Las muestras compuestas fueron conformadas a partir de 6 muestras por replicas mezcladas y homogenizadas hasta conformar una muestra compuesta en cada una de las profundidades (0-10, 10-20, 20-30 cm). Las propiedades químicas evaluadas y las técnicas utilizadas en su determinación: pH (H₂O) y pH (KCl) por el método potenciométrico, en relación de suelo: solución 1:2,5; contenido de materia orgánica (MO) por el método colorimétrico de Walkley y Black (1934); contenidos de P₂O₅ por el método de Olsen. Todos los análisis químicos se realizaron según la Norma Ramal 279 del MINAGRI.

Los indicadores de calidad del suelo seleccionados se realizaron según los determinados por Leyva (2013). Estos indicadores fueron: densidad, materia orgánica, biomasa de oligoquetos. Para cada uno se estableció una escala adimensional.

Se usó la prueba Shapiro-Wilk para determinar la normalidad de los datos y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas. Los datos mostraron una distribución normal y se sometieron a un Análisis de Varianza (ANOVA). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los datos en % se transformaron según fórmula $2 \cdot \arcseno \sqrt{x/100}$. Para evaluar la correlación entre variables se usó la correlación de Pearson. Se utilizó el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows.

La morfología de los perfiles permite destacar las diferencias en cuanto a sus propiedades que se relacionan con su pedogénesis y su uso y manejo. Los perfiles de suelo de este estudio tienen en común el proceso de fersialitización, expresado por su color, estructura, profundidad, textura, que caracteriza el horizonte principal de diagnóstico fersialítico.

Los perfiles cultivados y pastos naturales, debido al manejo intensivo de labranza y pastoreo, han experimentado cambios en cuanto a su estructura y funcionamiento. El perfil ocupado por *D. cinerea* presenta condiciones favorables en cuanto a su estructura granular media y fina, consistencia friable, gran espesor del horizonte A y abundantes galerías por la abundante presencia de lombrices y otros individuos de la macrofauna.

Variación de los indicadores de calidad del suelo

Los contenidos de materia orgánica presentan una distribución normal en profundidad, diferenciados solamente por el uso del suelo (Tabla 1). En todas las profundidades se observan mayores contenidos de materia orgánica en el sistema ocupado por *D. cinerea* con diferencias significativas con los sistemas de pastos y cultivados. En el sistema de pastos en los primeros 10 cm los valores son altos, esto puede estar relacionado por la no roturación del suelo y el aporte realizado por las heces del ganado. Andrade, Segura, Milena y Sebastián (2016) encontraron, mayor contenido de carbono orgánico del suelo en pastizales que en áreas de bosques, lo cual atribuyeron a la dinámica de las raíces finas de los pastos.

En el área de cultivo los valores disminuyeron bruscamente, con pérdidas de más del 50 % de la materia orgánica, por lo que se deduce que la roturación y puesta en cultivo del suelo virgen facilitó la destrucción de los macroagregados, proceso que propició la acción de los microorganismos sobre la MO extra agregados e incluso de la intraagregados.

Tabla 1. Contenidos de materia orgánica (%) en los sistemas estudiados

Sistemas	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Cultivado	2,69 c	2,45 c	2,25 c
Pastos	4,46 b	2,8 b	2,36 b
Marabú	5,66 a	4,14 a	3,42 a
CV (%)	2,4	1,5	1,2
EE±	0,022	0,014	0,011

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05)

La labranza intensiva contribuye, en gran medida, a la liberación del carbono del suelo, ya que expone la materia orgánica a oxidación y erosión. Según Trumper y otros (2009) la disminución del nivel de C orgánico de los suelos se explica por el uso agrícola y la deforestación, ya que la materia orgánica se disminuye principalmente en la capa de suelo labrada debido a una caída de aportes de residuos, al incremento de temperatura y a la destrucción de macro y micro-agregados. Los mayores valores en los suelos ocupados por el marabú demuestran la capacidad del sistema en la conservación y captura de carbono.

Los contenidos de fósforo asimilable (Tabla 2) son altos en todos los sistemas de manejo en los primeros 10 cm de profundidad, sin embargo, presentan diferencias significativas entre ellos. Los mayores valores corresponden al sistema de marabú, seguido por el cultivado y el de pastos. Este comportamiento puede estar relacionado por el retorno de los residuos de *D. cinerea*, arbusto capaz de extraer de las profundidades cantidades de fósforo que son depositadas con la biomasa aérea.

La alta concentración de residuos en la superficie del suelo trae consigo la acumulación de nutrientes menos móviles como el P. La acumulación de hojarasca influye de forma marcada en la fertilidad del suelo por el ciclo biogeoquímico de los nutrientes y constituye la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrientes entre las plantas y el suelo.

En el sistema de cultivo, los contenidos son superiores al de pastos debido a las aplicaciones de fertilizantes minerales. Varias investigaciones han encontrado que las altas tasas de fertilización fosforada alteran el equilibrio natural del suelo aumentando la concentración de fosfato y el grado de saturación de fósforo.

Por su parte las áreas de pastos, aunque no se fertilizan, la incorporación de residuos y excretas de los animales en pastoreo permiten una alta concentración. El fósforo de las heces representa la principal vía de retorno al pastizal a través del animal, mientras que en la orina este elemento se encuentra en cantidades insignificantes, con poco efecto en el suelo y en el pasto.

En la profundidad de 10-20 cm existen diferencias significativas entre los sistemas, con la mayor concentración en los sistemas de marabú y pastos evaluados como altos y valores medios para el cultivado. Se observa una brusca disminución del elemento en las áreas de cultivo y estas diferencias son aún más significativas en la profundidad entre 20-30 cm, donde este sistema alcanza valores bajos, no así para el sistema de marabú que mantiene altos valores y medios para el sistema de pastos.

Tabla 2. Contenidos de fósforo asimilable (mg kg⁻¹) en los diferentes sistemas

Sistemas	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Cultivado	35,46 b	17,55 c	10,52 c
Pastos	30,06 c	37,80 b	19,07 b
Marabú	47,22 a	44,91 a	30,58 a
CV (%)	6,81	12,28	14,58
EE±	2.55	4.10	2.92

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05)

Estudios realizados por Montelier (2017) encontró mayor disponibilidad de fósforo en áreas de marabú, en los pastizales que habían sido ocupados por marabú y en áreas cultivables con altas aplicaciones de fertilizantes químicos.

El pH es uno de los factores determinantes de la fertilidad de un suelo y puede ser afectado por el manejo de los cultivos. Influye en la solubilidad, movilidad y disponibilidad de otros constituyentes y contaminantes inorgánicos presentes en el suelo (Saquilanda, 2017).

Los valores de pH en agua se encuentran en rangos similares en todos los sistemas (Tabla 3), lo que se clasifican como neutros, sin embargo, el análisis estadístico de las diferentes profundidades ofrece diferencias significativas entre sistemas con los menores valores en el sistema de marabú, seguido de los pastos y con los más altos en el sistema cultivado.

La disminución del pH en las áreas de marabú puede estar condicionado por varios factores. Gruba y Mulder, (2015) demostraron que las forestaciones pueden ocasionar acidez en los suelos debido a la alta extracción de cationes, estando condicionado el proceso por la especie arbórea en cuestión. En este sentido trabajos realizados por Moreno, (2018), demostró que las áreas infestadas por *D. cinerea* presentaban pH más ácidos que los sistemas cultivados. La acumulación de materia orgánica sobre la superficie del suelo puede modificar el pH, con posibles implicancias en la disponibilidad de nutrientes, en especial el fósforo (Vanzolini, Galantini, Suñer, Martínez (2018).

Tabla 3. Variaciones del pH (H₂O) en los diferentes sistemas de uso

Sistemas	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Cultivado	7,31c	7,36c	7,56c
Pastos	7,07b	7,06b	7,08b
Marabú	6,97a	6,96a	6,92 ^a
CV (%)	0,71	0,85	1,34
EE	0,05	0,06	0,096

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05)

El pH (KCl) (Tabla 4) tuvo un comportamiento similar al pH en agua, con diferencias significativas e entre los sistemas. Los valores más bajos en el sistema de *marabú* y su disminución con la profundidad pueden relacionarse, a la gran extracción de bases que realizan los arboles y no tanto a la influencia directa del residuo y los productos de su descomposición, como puede ocurrir en superficie. Además, puede estar asociado al no laboreo del suelo durante muchos años y a la gran cantidad de raíces que favorecen el lavado de las bases.

Teniendo en cuenta el efecto regulador que produce el pH sobre la disponibilidad del fósforo para el cultivo (Goh y otros, 2013) se encontró una significativa correlación negativa entre el pH H₂O y KCl con los contenidos de fósforo asimilable. En este estudio la correlación del fósforo con el pH fue significativa: pH H₂O ($R^2=-0.71^{**}$), pH (KCl) ($R^2=-0.60^{**}$). El pH del suelo es una variable que responde a diferentes cambios en el manejo en distintos agroecosistemas, particularmente en aquellos que son dependientes del uso de fertilizantes químicos (Gutiérrez, Cardona y Monsalve, 2017).

Tabla 4. Variaciones del pH (KCl) en los diferentes sistemas de uso

Sistemas	Profundidad (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Cultivado	7,12 c	7,11 c	6,865 c
Pastos	6,61 b	6,39 b	6,28 b
Marabú	5,36 a	5,18 a	5,13 a
CV (%) de	4,11	4,52	4,18
EE±	0,26	0,28	0,25

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Densidad y biomasa de oligoquetos

La densidad de lombrices difirió de acuerdo con el uso y manejo del suelo. En el estrato de 0-20 cm (Tabla 5) el mayor valor correspondió al sistema de Pastos naturales, seguido del sistema marabú y con el menor valor para las áreas de cultivo. Sin embargo, la mayor biomasa correspondió al sistema de marabú, dado por la presencia de *D. cinerea*, leguminosa que proporciona mayor humedad y materia orgánica.

Tabla 5. Densidad (ind m⁻²) y biomasa de oligoquetos (g m⁻²)

Sistemas	Densidad (ind m ⁻²)	Biomasa (g m ⁻²)
Cultivo	6,4 c	4,21 c
Pastos	126,6 a	15,74 b
Marabú	67,2 b	53,85 a
CV (%)	15,44	15,63
EE±	1,10	0,6828

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p<0,05$)

Rodríguez y otros (2002), atribuyen un comportamiento similar a la calidad de la hojarasca. La presencia de lombrices más grandes y gruesas en este sistema además

se justifica porque estos organismos tienden a prevalecer en ambientes edáficos húmedos, no compactados y con alto contenido de materia orgánica.

En el sistema de pastos con respecto al sistema de marabú se obtuvo una menor biomasa. Según Leyva (2013), en estudio de la macrofauna en pastizales, las lombrices se localizaron principalmente alrededor de las raíces quizás porque a medida que se profundiza en el perfil del suelo podría disminuir el contenido de oxígeno por la compactación, creándose condiciones anóxicas.

Evaluación de la calidad del suelo

La necesidad de entender y evaluar la calidad de los suelos en sistemas productivos agrícolas es un tema de creciente importancia en la actualidad, debido al interés sobre la determinación de los impactos de las distintas prácticas de manejo en la sostenibilidad del recurso suelo (Gutiérrez, Cardona y Monsalve, 2018).

Los sistemas de marabú alcanzaron un índice de calidad alto, moderado en los pastizales y bajo en los sistemas cultivados. Este valor del ICS está fuertemente influenciado por el uso y manejo, especialmente la labranza del suelo que afecta los niveles de materia orgánica, propiedad más afectada por su rápida mineralización. Es una propiedad clave dada su marcada influencia sobre la mayoría de las propiedades del suelo, causa principal de la baja presencia de lombrices de tierra. En estos momentos la conservación y mantenimiento de la calidad del suelo es fundamental para la seguridad alimentaria, la productividad agropecuaria y la sostenibilidad ecológica (Yu, Liu, Zhang, Li y Zhou, 2018)

CONCLUSIONES

Las áreas cubiertas por *D. cinerea*, presentaron un alto índice de calidad de los suelos en correspondencia con un mayor contenido de materia orgánica y biomasa de oligoquetos. Los usos de pastizales y cultivos tienen valores más bajos de calidad de los suelos lo que evidencia un nivel de intermedio a superior de intervención antrópica. El análisis de la información a través de variables químicas y biológicas diferenció usos del suelo favorable o degradante, lo cual es valioso en la proyección del cambio de uso de los suelos.

REFERENCIAS

- Andrade, H. J., Segura, M., y Sebastián, A. (2016). Carbono orgánico del suelo en bosques riparios, arrozales y pasturas en Piedras, Tolima, Colombia. *Agron. Mesoam.*, 27 (2).
- Ghaemi, M., Astarai, A., Emami, H., Nassiri-Mahalati, M., y Sanaeinejad, S. (2014). Determining soil indicators for soil sustainability assessment using principal component analysis of Astan Qudseast of Mashhad- Iran. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(4), 987-1004. Recuperado de <https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000077>
- Gruba, P., & Mulder. J. (2015). Tree species affect cation exchange capacity (CEC) and cation binding properties of organic matter in acid forest soils. *Sci. Total Environ.* 511(1).

- Gutiérrez, J. S., Cardona, W. A., y Monsalve, O. I. (2017). Potencial en el uso de las propiedades químicas como indicadores de calidad de suelo. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(2).
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA. La Habana, Cuba.
- Leyva, S.L. (2013). Valoración de Indicadores de calidad para el diseño e implementación de tecnologías de manejo en Luvisoles de la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Montelíer Jiménez, Y. (2017). *Incidencia del uso y manejo del suelo sobre algunas propiedades físicas y químicas en agroecosistemas de Santa Clara* (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía).
- Rodríguez, I., Crespo, G., Rodríguez, C., Castillo, E., & Fraga, S. (2002). Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales puras o intercaladas con leucaena para la ceba de toros. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 181-186.
- Sandoval, J. O., y Suarez, C. (2018). Evaluación del impacto de la quema física controlada como práctica agrícola sobre algunas de las características físicas, químicas y biológicas de dos series de suelos cafeteros ubicados en los municipios de Líbano y Casabianca, Tolima.
- Suquilanda, M. (2017). Manejo agroecológico de suelos. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y pesca. Quito, Ecuador.
- orestal, 16(1), 83-99. Recuperado de <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.1.a06>
- Vanzolini, J.I., Galantini, J.A., Suñer, L. y Martínez, J.M. (2018). Cambios en el pH del suelo y en la disponibilidad de fósforo durante la descomposición de residuos de leguminosas. Recuperado de <http://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/8742>
- Yu, P., Liu, S., Zhang, L., Li, Q. y Zhou, D. (2018). Selecting the minimum data set and quantitative soil quality indexing of alkaline soils under different land uses in northeastern China. *Science of the Total Environment*, 616-617, 564-571. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.301>

INFLUENCIA de FERTILIZACION CON EcoMic® y Codafol 14-6-5 EN CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS) EN LA CCS OMAR PÉREZ PÉREZ

INFLUENCE OF FERTILIZATION WITH EcoMic® AND Codafol 14-6-5 ON CORN (ZEA MAYS) CROPS IN THE CCS OMAR PÉREZ PÉREZ

Leydis Enedina Hernández Salido, leydishs@ult.edu.cu

Raquel María Ruz Reyes, raquel@ult.edu.cu

Daniel Antonio Guerrero Escalona, danielgeagro@estudiantes.ult.edu.cu

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de la fertilización a partir de EcoMic® y Codafol 14-6-5 en el cultivo de maíz para incrementar sus rendimientos en las condiciones edafoclimáticas de la CCS Omar Pérez Pérez en el municipio Las Tunas; desarrolló en el período comprendido de abril - agosto de 2021, en la finca No 7, en la localidad rural de San Gregorio, sobre un suelo Fersialítico Pardo Rojizo Ócrico. Se utilizó un diseño de bloques al azar, de seis tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas con un área de 40 m², formadas por cinco surcos. La siembra se realizó de forma manual. Los tratamientos estudiados fueron Control absoluto, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹ y Codafol 1 L ha⁻¹, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹, Codafol 1 L ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹. Se midió número de mazorcas y diámetro de mazorca por planta, largo de mazorca por planta, número de granos por hileras, masa de granos por planta, masa de 100 granos por planta, rendimiento t ha⁻¹. Los datos se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y comparación de medias por Tukey (<0,05), el software InfoStat versión 2017. Los mejores resultados en mazorca por plantas, diámetro de las mazorcas, masa de 100 granos y masa de granos por plantas lo obtuvo el tratamiento EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹. El mayor rendimiento agrícola el tratamiento con EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹. Todos los tratamientos fueron rentables económicamente destacándose el tratamiento con EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹.

PALABRAS CLAVES: *Zea mays*, EcoMic®, Codafol 14-6-5, Rendimiento.

ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the influence of fertilization with EcoMic® and Codafol 14-6-5 on the corn crop to increase its yields in the edaphoclimatic conditions of the CCS Omar Perez Perez in the municipality of Las Tunas; developed in the period from April - August 2021, in farm No. 7, in the rural locality of San Gregorio, on a Fersialitic Reddish Brown Ochric soil. A randomized block design was used, with six treatments and four replications. The plots had an area of 40 m², formed by five furrows. Planting was done manually. The treatments studied were Absolute control, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹ and Codafol 2 L ha⁻¹, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹ and Codafol 1 L ha⁻¹, EcoMic® 2 Kg ha⁻¹, Codafol 1 L ha⁻¹ and Codafol 2 L ha⁻¹. The number of ears and ear diameter per plant, ear length per plant, number of grains per row, mass of grains per plant, mass of 100 grains per plant, yield t ha⁻¹ were measured. Data were subjected to a double ranked analysis of variance and comparison of means by Tukey (<0.05), InfoStat software version 2017. The best results in ear per plant, ear diameter, 100-

grain mass and grain mass per plant were obtained by the EcoMic® 2 kg ha⁻¹ and Codafol 2 L ha⁻¹ treatments. The highest agricultural yield was obtained by the EcoMic® 2 kg ha⁻¹ and Codafol 2 L ha⁻¹ treatments. All treatments were economically profitable, with the EcoMic® 2 kg ha⁻¹ and Codafol 2 L ha⁻¹ treatments being the most profitable.

KEY WORDS: Zea mays, EcoMic®, Codafol 14-6-5, Yield.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es una poacea anual, de rápido crecimiento que actualmente ostenta el título del cereal más producido y consumido del mundo; supera el arroz, al trigo y al sorgo. Es originaria de Mesoamérica (actual México) y fue domesticada por los nativos mucho antes de la llegada de los europeos. Su difusión en Europa y el mundo, es reciente y data del siglo XVII (Silva, 2019).

La producción mundial de maíz en la campaña 2022/23 se estima como la segunda más alta de la historia. El reporte de oferta y demanda mundial brindado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos correspondiente a junio muestra las primeras estimaciones de la campaña 2022/23.

Actualmente Cuba importa 800 mil toneladas de maíz y gasta 550 millones de dólares en alimento animal, una dependencia insostenible en estos momentos, y que obliga a trabajar para desterrar la mentalidad importadora. De ahí que sea una prioridad de trabajo en aras de que la agricultura se convierta en la principal fuente de alimentación de los cubanos, y se propicien el desarrollo del sector (Moreno, 2020).

Específicamente en el municipio Las Tunas la producción se ha visto afectada por factores como: las propiedades de los suelos, incidencia de plagas y enfermedades, el riego, deficiente agrotécnia, insuficiente calidad y diversidad de las semillas disponible para los productores y de la nutrición del cultivo, lo que justifica el desarrollo de investigaciones que contribuyan a la obtención de altos rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La investigación se desarrolló en el período comprendido de abril a agosto del 2021, en la finca No 7 del productor Aldo Rodríguez Prieto, sobre un suelo Fersialítico pardo rojizo ócrico con carbonatos en la CCS “Omar Pérez Pérez” del municipio Las Tunas, en la provincia de Las Tunas, en la localidad de San Gregorio, ubicada en las coordenadas son 20°55'47.111"N y 76°58'54.251W,

Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro réplicas en cada uno de estos. Las parcelas tuvieron un área de 40 m², formadas por cinco surcos, con un marco de siembra de 0,25 x 0,70 m. La siembra se realizó de forma manual, una semilla por nido.

La semilla seleccionada fue de la variedad Tayuyo Gigante Holguinero (TGH) proporcionada a través del Proyecto de Innovación Agrícola Local (PIAL).

La cosecha se efectuó a los 120 días de la siembra, posteriormente se evaluaron los rendimientos, así como su estructura, a partir de los siguientes parámetros.

Número de mazorcas por planta (u)

- Diámetro de la mazorca (cm) por planta.

- Largo de la mazorca (cm) por planta.
- Número de granos por hilera (u) por mazorca.
- Masa total de los granos por planta (g).
- Masa de 100 granos (g) por planta.
- Rendimiento ($t\ ha^{-1}$).

Los tratamientos utilizados

1. Control Absoluto
2. EcoMic® 2 Kg ha^{-1} y Codafol 2 L ha^{-1}
3. EcoMic® 2 Kg ha^{-1} y Codafol 1 L ha^{-1}
4. EcoMic® 2 Kg ha^{-1}
5. Codafol 1 L ha^{-1}
6. Codafol 2 L ha^{-1}

El fertilizante biológico EcoMic®, es un producto elaborado por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (Inca), con una calidad mínima de 20-25 esporas por gramo de inoculante. Se aplicó por el método de inmersión de las semillas en una pasta fluida (0,8 Kg L^{-1} de H_2O) recomendado por Rivera y otros, (2003).

La aplicación del Codafol se realizó a partir de los 20 días posteriores a la germinación del cultivo. Este producto se aplicó con una mochila de aspersion manual con capacidad de 12 L. Las dosis utilizadas fueron las correspondientes a cada tratamiento según lo establecido en las pautas del estudio, de 1 y 2 L ha^{-1} (S.A.S., 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor resultado lo obtuvo el tratamiento 2 en el número de mazorca y su longitud (Tabla 1), en el indicador diámetro de mazorca el mayor resultado lo obtuvo el tratamiento tres y el tratamiento que más bajos resultados alcanzó control absoluto.

El número de mazorcas por plantas se comportó de manera diferente en cada caso estudiado, pues existe una tendencia a incrementar en los tratamientos fertilizados, en este sentido, Laguna (2012), señala que el número de mazorcas por plantas varía entre una y tres, depende de las características del cultivar y en especial de la nutrición vegetal, sostienen que las moléculas promotoras del crecimiento, como el ácido indolacético, las giberelinas y las citoquininas producidas por los micorrizicos presentes en los tejidos de las plantas, estimulan el mayor desarrollo radical e incrementan la capacidad de absorción de nutrientes en beneficio de la planta (Gellings y Parmenter, 2016), lo cual trae como resultado mayor cantidad de mazorcas por planta (Berrut y otros, 2016).

Tabla 1 Componentes del rendimiento

Tratamientos	Número de Mazorcas	Longitud de la Mazorca	Diámetro de la Mazorca
Control Absoluto	1,05 b	16,78 e	4,37 d
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 2 L ha ⁻¹	1,35 a	19,14 a	4,5 a
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 1 L ha ⁻¹	1,18 ab	18,38 b	4,67 b
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹	1,20 ab	17,47 c	4,56 bc
Codafol 1 L ha ⁻¹	1,23 ab	17,07 d	4,37 d
Codafol 2 L ha ⁻¹	1,13 ab	17,25 cd	4,47 cd
C.V	16,54	2,26	4,07
E.E	0,07	0,06	0,03

Medias con letras diferentes difieren entre sí para $P \leq 0.05$.

Montes y otros (2014) determinaron variación fenotípica *in situ* entre 18 poblaciones actuales de maíz de razas evaluadas en tres localidades. Las variables con mayor influencia fueron longitud de mazorca, altura de la planta y altura de la mazorca. Concluyen que existe poca variación fenotípica entre poblaciones que presuponen una base genética reducida y común.

Según Cuadra (2013), el largo de la mazorca en el cultivo de maíz, una de las características agronómicas que se ven influenciadas en forma directa por la presencia de nitrógeno disponible en el suelo y por ende en niveles suficientes para que el cultivo de maíz los pueda tomar, razón por la cual el uso de EcoMic® y Codafol 14-6-5 muy importante dentro de este cultivo. Resultados similares se obtuvieron al aplicar este bioproducto en papa (*Solanum tuberosum*, L.). así como los obtenidos por Martínez y otros, (2017) en el cultivo de maíz con dosis de biofertilizantes (*Azospirillum brasilense* y *Chromobacterium violaceum*). Estos resultados muestran que cuando se utiliza biofertilizantes existe un incremento en el rendimiento de maíz por efecto de la aplicación de microorganismos benéficos.

El diámetro de la mazorca estuvo acorde con el nivel de disponibilidad y absorción de nutrientes por la planta. Algunos autores plantean que la planta aumenta el diámetro de las mazorcas según su disposición de todos los nutrientes necesarios en esta etapa de desarrollo del cultivo y que también necesita de la suficiente cantidad de riego para poder movilizar todo el material necesario sin sufrir estrés

Esto concuerda con lo reportado por Cofré (2017), quienes indican que estos microorganismos están orientados a favorecer la adsorción de nutrientes por parte de los cultivos, especialmente gramíneas, a la vez tienen un efecto promotor del crecimiento.

La mayor cantidad de granos por hileras se alcanzó en el tratamiento uno (Tabla 2), el control absoluto, aunque de menor tamaño, estos resultados no difieren del tratamiento tres y a su vez del dos, cuatro y seis, existe diferencia solo del tratamiento 5, siendo este el de menor cantidad alcanzada, obtiene diferencia solo con los tratamientos uno y tres. Esta similitud está dada debido al empleo de una misma variedad del cultivar que trae impresa en sus genes la cantidad de granos aproximada con la que nacerá cada individuo.

Tabla 2 Componentes del rendimiento

Tratamiento	Granos por Hilera	Masa de 100 Granos	Masa de Granos por Planta
Control Absoluto	38,68 a	24,88 f	144,79 c
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 2 L ha ⁻¹	37,25 ab	34,15 a	189,86 a
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 1 L ha ⁻¹	38,20 a	32,45 b	165,53 b
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹	37,45 ab	26,45 e	161,84 b
Codafol 1 L ha ⁻¹	36,10 b	27,45 d	160,04 b
Codafol 2 L ha ⁻¹	37,38 ab	30,15 c	144,19 c
C.V	6,18	0,37	3,74
E.E	0,37	0,05	0,05

Medias con letras diferentes difieren entre sí para Tuckey $P \leq 0,05$.

Para la medición de la masa de 100 granos se obtuvo como mejor tratamiento el dos que se diferencia del resto de los tratamientos

La mayor masa de los granos por planta se obtuvo en el tratamiento dos, la cual es proporcional a la masa obtenida con 100 granos, superior además al resto de los

tratamientos. El tratamiento uno y seis obtuvieron los resultados más bajos diferenciándose del resto de los tratamientos.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Morales y otros, (2016) en frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) a la aplicación de QuitoMax, estimula el crecimiento de la planta, a la vez que proporcionó la formación de un mayor número de vainas y una mayor cantidad de granos por vaina, lo que se traduce en un rendimiento superior al de las plantas que no recibieron tratamientos con este biofertilizante. Para el cultivo de maíz los mejores resultados se les atribuyen a más granos por mazorca los cuales son de mayor tamaño para las aplicaciones de EcoMic® y Codafol.

El peso de 100 granos, se considera uno de los componentes más importante del rendimiento. En condiciones de estrés hídrico, obtuvieron valores en el peso de 1000 semillas entre 179 y 207 g.

El empleo de la fertilización mineral y su combinación con fertilizantes orgánicos y biológicos favoreció el peso de 100 granos, resultados que se corroboran con los obtenidos por Laguna (2012), el peso de 100 granos disminuyó al reducirse la disponibilidad de nitrógeno. En relación a este criterio se informaron que las deficiencias de nitrógeno reducen el peso del grano, cuando disminuyen las fuentes de asimilación durante el período de llenado y al afectar variables que son determinadas en postfloración temprana, como el número de células endospermáticas y gránulos de almidón.

El tratamiento con rendimiento más bajo lo obtuvo el tratamiento uno (Tabla 3), debido a ser este el Control absoluto y no tener ningún tipo de intervención. El tratamiento seis obtuvo igual rendimiento al tratamiento uno lo que es evidente que el uso de la dosis empleada de fertilizante en este caso fue insuficiente para alcanzar algún tipo de rendimiento mayor. El mayor rendimiento económico se alcanzó en el tratamiento con EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹.

Intagri (2021) plantea resultados superiores a los obtenidos en este estudio pues afirma que actualmente en México se tiene un rendimiento promedio de 8,8 t ha⁻¹ de grano de maíz, en sistemas que cuentan con riego. Sin embargo, es factible alcanzar un rendimiento promedio de 15 t ha⁻¹ en el período de los próximos 10-15 años. Todo lo que se tiene que hacer es buscar e identificar lo que efecta el promedio de rendimiento.

Latacela y otros, (2017) plantean que las micorrizas determinan la fertilización y conservación de los agrosistemas. Sus resultados establecieron que la aplicación de 100 kg ha⁻¹ N + 70 kg ha⁻¹ P en el sistema bajo superficie, logró incrementos de rendimiento del 68 % más sobre el testigo absoluto. La misma dosis y método de aplicación, aumentó el número de esporas por gramo de suelo, colonización de micelio y densidad de endófito micorrízico en las raíces.

El resto de los tratamientos fueron rentables económicamente y estos superiores en todo momento al control absoluto y a la vez se mantuvieron por debajo del tratamiento dos. El resultado económico de estos tratamientos es proporcional a la dosis de fertilizante aplicada y al nivel de gastos de insumos.

Tabla 3 Rendimiento

Tratamiento	Rendimiento (t ha ⁻¹)
Control Absoluto	1,73 c
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 2 L ha ⁻¹	2,27 a
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹ y Codafol 1 L ha ⁻¹	1,98 b
EcoMic® 2 Kg ha ⁻¹	1,94 b
Codafol 1 L ha ⁻¹	1,92 b
Codafol 2 L ha ⁻¹	1,73 c
C.V	3,74
E.E	0,07

Medias con letras diferentes difieren entre sí para $P \leq 0.05$.

Se analizaron los componentes de rendimiento por hectárea, ganancia de realización, gastos totales, ganancia neta, y costo por peso.

Se obtuvo el mayor ingreso económico en el tratamiento dos y a la vez este fue el que menor costo siendo superior a todos los demás tratamientos y reafirmando la necesidad de producir con mayor calidad para obtener mejores rendimientos.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados en mazorca por plantas, diámetro de las mazorcas, masa de cien granos y masa de granos por plantas lo obtuvo el tratamiento EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹. El mayor rendimiento agrícola lo mostró el tratamiento con EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹ y el menor el control absoluto y el tratamiento con Codafol 2 L ha⁻¹. El mayor rendimiento económico se alcanzó en el tratamiento con EcoMic® 2 kg ha⁻¹ y Codafol 2 L ha⁻¹.

REFERENCIAS

- Cofré, M. N., Soteras, F., del Rosario Iglesias, M., Velázquez, S., Abarca, C., Risio, L., & Lugo, M. A. (2019). Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in South America: a review. *Mycorrhizal Fungi in South America*, 49-72.
- Gellings, C. W. y Parmenter, K. E. (2016). Energy efficiency in fertilizer production and use In *Efficient Use and Conservation of Energy - Volume II*. Gellings, C. W. Editor. 304 p.
- Intagri (2021). Consejos para mejorar el rendimiento en maíz. Recuperado de <https://intagri.com/articulos/cereales/consejos-para-mejorar-el-rendimiento-en-maiz>
- Jerez, E., Martín, R., Morales, D. y Reynaldo, I. 2017. Efecto de oligosacarinas en el comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. *Cultivos Tropicales*. 38 (1): 68-74. L

- Laguna, D. (2012). *Evaluación de alternativas de fertilización para la producción sostenible de cultivares de maíz (Zea mays, L) en las condiciones de un suelo Pardo ócrico con carbonato de la UBPC "Playuela", del municipio Majibacoa.* (Tesis Fin Maestría, Universidad de Las Tunas). Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/4337>
- Latacela, W., Colina, E., Castro, C., Santana, D., León, J., García, G., Goyes, M. y Vera, M. (2017). Efectos de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre poblaciones de micorrizas asociadas al cultivo de cacao. *European Scientific Journal*. 13(6), 1857–7881. Recuperado de <https://10.19044/esj.2017.v13n6p464>
- Martínez, R. L., Aguilar, J. C. E., Carcaño, M. M. G., Galdámez, G. J., Gutiérrez, M. A., Morales, C. J. A., y Gómez, P. E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. *Siembra*, 5(1), 26-37.
- Montes-Hernández L., Hernández-Guzmán J., López-Sánchez H., Santacruz-Varela A., Vaquera-Huerta H., Valdivia-Bernal R., 2014. Expresión fenotípica *in situ* de características agronómicas y morfológicas en poblaciones del maíz raza Jala Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (4): 363-372.
- Morales, D., Dell'Amico, J., Jerez, E. y Martín, R. (2016). Efecto del QuitoMax en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 37(1), 142-147.
- Moreno, B. Y. (2020, 28 de abril). Producir más comida en menos tiempo. *Periódico Granma*.
- Rivera, R., Fernández, F., Hernández, A. y Martín, J. R. (2003). *El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe*. La Habana: Ediciones INCA.
- S.A.S. (*Sustainable Agro Solutions*, 2019). Intempresas Media, S.L.U. Nova Group Agora.
- Silva J., 2019. Cultivo de maíz: cómo es el proceso de siembra y manejo. 2019. Agrotendencia.tv> cereales.

POLÍTICAS AGRÍCOLAS APLICADAS AL SECTOR MAICERO DE CELICA, PINDAL Y ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA

AGRICULTURAL POLICIES APPLIED TO THE CORN SECTOR IN CELICA, PINDAL AND ZAPOTILLO, LOJA PROVINCE

Flor Celi Carrión, flor.celi@unl.edu.ec

Diego Pineda Arévalo, diego.pineda@unl.edu.ec

Nelson Cobos Suárez, nelson.cobos@unl.edu.ec

Gonzalo Chamba Díaz, gchamba@mag.gob.ec

RESUMEN

El trabajo de investigación se realiza con el objetivo determinar si los productores de maíz duro, conocen y aplican las políticas públicas agrícolas implementadas por el gobierno, en lo referente al mejoramiento de la producción, en los cantones Celica, Pindal y Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador, teniendo en cuenta que el maíz provee la materia prima para la elaboración de alimentos balanceados a los animales y al consumo humano. En este contexto el sector maicero cuenta con nuevas oportunidades para el desarrollo de la soberanía alimentaria mediante la ejecución de políticas públicas agrícolas que promueven la productividad, competitividad, agricultura sustentable, agro biodiversidad, programas de certificación, acondicionamiento y distribución de semillas certificadas, principalmente. Para la investigación se ha tomado como muestra los cantones Celica, Pindal y Zapotillo de la provincia de Loja, donde se está desarrollando el proyecto de investigación, se tomó una muestra significativa con el fin de aplicar instrumentos de recogida de información para determinar si los productores de maíz duro, conocen sobre las políticas públicas agrícolas implementadas por el gobierno de turno, en lo referente al mejoramiento de la producción, determinándose que se cultiva mediante la modalidad de monocultivo, utilizando paquetes tecnológicos financiados en su mayoría por los productores, mediante préstamos de bancos locales y nacionales principalmente.

PALABRAS CLAVES: Productividad, políticas agrícolas, semillas certificadas, alto rendimiento.

ABSTRACT

The research work is carried out with the objective of determining whether hard corn producers know and apply the agricultural public policies implemented by the government, regarding the improvement of production in Celica, Pindal and Zapotillo cantons, province of Loja, Ecuador, taking into account that corn provides the raw material for the elaboration of balanced food for animal feed and human consumption. In this context, the corn sector has new opportunities for the development of food sovereignty through the implementation of agricultural public policies that promote productivity, competitiveness, sustainable agriculture, agro-biodiversity, certification programs, conditioning and distribution of certified seeds, mainly. For the research, the sample was taken from the Celica, Pindal and Zapotillo cantons in the province of Loja, where the research project is being developed. A significant sample was taken in order to apply instruments to collect information to determine if the hard corn producers know

about the agricultural public policies implemented by the current government, regarding the improvement of production, determining that it is cultivated through the monoculture modality, using technological packages financed mostly by the producers, mainly through loans from local and national banks.

KEY WORDS: Productivity, agricultural policies, certified seeds, high yields.

INTRODUCCIÓN

En Sudamérica, para el año 2022 la cosecha de maíz de temporada está en marcha en la mayoría de países y se pronostica que en promedio se cosechen unos 185 millones de toneladas, 15 % por encima de la media de cinco años, principalmente debido a las grades plantaciones de cultivo que se han realizado en los últimos años. En Brasil la producción ha aumentado considerablemente desde el año 2019, respalda además la producción los altos precios y la fuerte demanda, es por ello que la tendencia alcista continua durante este año. Así mismo la FAO, (2022), señala que en Argentina, Colombia, Perú, Uruguay y en la mayoría de países americanos incluido Ecuador se tiene previsto que mejore el rendimiento, supere los precios promedios debido principalmente a la expansión de las plantaciones y condiciones favorables del clima.

El maíz es un producto agrícola que representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria en el mundo, constituyéndose en una planta trascendente para el bienestar de la humanidad ya que posee gran variedad de usos, con fines alimenticios para los seres humanos, alimentos balanceados para animales y para la elaboración de bio combustibles (Calero, 2011). Por su parte, Munguía y otros (2016) destaca que es el segundo cereal en producción en el mundo y desde tiempos inmemorables se ha constituido en la herencia milenaria de los pueblos mesoamericanos.

De acuerdo a Caria, (2019), en el contexto ecuatoriano, el principal ingreso económico proviene del petróleo, seguido por la agricultura, la cual se constituye en uno de los motores productivos de la economía nacional, además es uno de los sectores que aporta de forma significativa al producto interno bruto ya que representa alrededor del 9 %, por otro lado la producción de maíz utiliza como recurso principal la tierra y quienes se dedican a trabajar en ella son las personas de escasos recursos económicos, por lo tanto es una fuente generadora de empleo principalmente para personas que han heredado el oficio de sus antepasados y de aquellas que académicamente no han tenido la oportunidad de prepararse, de modo general concentra la mayor participación en el empleo del país (26,8 %) de la población económicamente activa (PEA), en este sentido es necesario la aplicación de las políticas de seguridad alimentaria que son promovidas por la Constitución de la República ya que es una obligación del Estado garantizar la seguridad alimentaria debido a su importancia económica y social.

Este decreto también muestra que Ecuador cuenta con un sistema económico con dimensión social y solidaria; reconoce al ser humano como sujeto y fin; propende a una relación dinámica y equilibrada entre sociedad, Estado y mercado, en armonía con la naturaleza; y tiene por objetivo garantizar la producción y reproducción de las condiciones. Por tal razón uno de los objetivos de la política económica es asegurar la soberanía alimentaria.

Por tal motivo, al referirse a la política pública en el sector agropecuario, se tiene que iniciar hablando de soberanía alimentaria, la misma que está contemplada en la

Constitución de la República del Ecuador art. 28, constituyéndose como un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Por ello, será responsabilidad del Estado «Adoptar políticas fiscales, tributarias y arancelarias que protejan al sector agroalimentario y pesquero nacional, para evitar la dependencia de importaciones de alimentos; y, promover políticas redistributivas que permitan el acceso del campesinado a la tierra, al agua y otros recursos productivos».

Por su parte el Ministerio de Agricultura y Ganadería, institución rectora y ejecutora de las políticas públicas agropecuarias, promueve la productividad, competitividad y sanidad del sector, con responsabilidad ambiental a través del desarrollo de las capacidades técnicas organizativas y comerciales a los productores agropecuarios a nivel nacional con énfasis a los pequeños, medianos y los de la agricultura familiar campesina, contribuyendo a la soberanía alimentaria. Uno de los objetivos estratégicos de esta entidad es incrementar al acceso, la democratización y la redistribución de los factores de la producción y la tecnificación agropecuaria, promoviendo además el uso eficiente del recurso suelo a fin de garantizar la soberanía alimentaria (MAG, 2020a).

Las políticas agrarias forman parte de las políticas en general y se ajustan a la actividad agrícola y el propósito de estas debe ser desarrollado con una visión evolutiva de la sociedad, al respecto Moreano y otros, (2016), señalan que la política agrícola constituye una acción gubernamental para mejorar el nivel de vida y las oportunidades económicas y el bienestar de las comunidades rurales, por lo tanto estas políticas están caracterizadas como las reglas del juego que el Estado define para orientar las acciones de los actores sociales en la toma de decisiones ya sean de modo individual, empresarial o corporativas (Barrantes, 2006). En tal virtud para García, (2017), el concepto de política agropecuaria refiere toda acción realizada por los gobiernos de turno enfocada a fortalecer la agricultura y cuidado de los recursos naturales, tomando en cuenta estrategias y políticas adecuadas las cuales requieren una acertada formulación tomando todos los factores que permitan su desarrollo.

Autores como (Izam y Vérez, 2000), sugieren que una política agrícola se divide en dos factores de carácter estructural y coyuntural, en tanto que Norton y otros, (2010) señalan que los componentes de una estrategia de desarrollo con posibilidades de éxito en el campo agrícola son entre otros la provisión de insumos de alta rentabilidad, adecuado financiamiento para la producción, tomando en cuenta que para aumentar la productividad agraria de los países en desarrollo se requiere contar con nuevos factores de producción, nuevas tecnologías, políticas de precios adecuados para el uso de insumos, entre otros.

Por su parte la Fao, (2004) menciona que los objetivos generales de la política agraria son el aumento de la capacidad de empleo rural e incremento de los ingresos agrícolas, redistribución de los ingresos y recursos productivos y aumento de la producción de ciertos artículos de consumo interno y externo, con miras al mantenimiento de los precios estables o ligeramente decrecientes de los productos agrícolas para los consumidores, estos objetivos tienen como idea fundamental alcanzar el bienestar social y económico de los agricultores y mejorar su calidad de vida.

Sin embargo, las políticas agrarias adoptadas en nuestro país por los gobiernos de turno en las últimas décadas no enfrentan de modo apropiado los problemas estructurales del pequeño y mediano productor, más bien han tratado de responder a las necesidades de los grandes productores y sobre todo que estas políticas están marcadas por esquemas globales. Es así que Maldonado, (2018), las políticas agrarias en el Ecuador inician desde la década de los 60 con el establecimiento de la Ley de la Reforma Agraria donde el Estado se ha encargado de tratar los problemas del sector agrario a través de políticas, programas y proyectos, siendo en la actualidad uno de los sectores estratégicos de mayor importancia.

METODOLOGÍA

La investigación que se presenta sobre políticas públicas aplicadas al sector maicero de Celica, Pindal y Zapotillo de la provincia de Loja, responde a un proyecto de investigación que se está desarrollando por un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Loja, denominado Análisis contable-financiero y de rentabilidad en el proceso de producción de maíz de esta provincia, es importante indicar que ella se encuentra ubicada en tercer lugar a nivel nacional en lo referente a producción de maíz duro y los cantones de Celica, Pindal y Zapotillo son los lugares donde se produce la gramínea en mayores cantidades y extensión geográfica y poblacional (MAG, 2020b), siendo los escogidos por el grupo de investigadores por responder a los requerimientos de la investigación.

Para el desarrollo del estudio de las políticas agrarias se llevaron a efecto algunas actividades que permiten alcanzar los objetivos planteados. Se desarrolló la revisión y análisis de estudios existentes sobre el cultivo de maíz en lo referente a las políticas agrarias implementadas, en revistas y documentos especializados nacionales e internacionales, páginas web oficiales, entre otros que están relacionadas con este campo para obtener la información requerida.

Se realizaron las visitas de campo por parte del grupo de investigadores y tesisistas a los lugares que se tomaron como muestra para llevar a cabo la investigación con el fin de aplicar los instrumentos de recogida de información necesarios a los actores involucrados en el proyecto. Se utilizó la técnica de grupo focal y talleres en mesas de trabajo con productores para recolección de información, para lo cual se diseñaron encuestas, guías de entrevistas y listas de cotejo para aplicarlas a los productores involucrados en la investigación con el fin de determinar si los productores de maíz duro conocen las políticas agrícolas implementadas por los gobiernos de turno.

Luego de recabada la información se procede a la sistematización de la misma en la base de datos con el fin de facilitar el manejo de la información de identificación de los actores, la misma que fue trasladada a una base de datos en Excel y SPSS, creadas para el efecto. Esta herramienta podrá seguirse alimentando para mantener actualizada la información.

RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos referentes a las políticas públicas aplicadas a la producción de maíz, tomando en cuenta que para que el sistema económico y la soberanía alimentaria se mantenga en el Ecuador existe un bagaje de normas legales que regulan el hacer agropecuario, con la finalidad de mantener una

política agrícola que genere beneficios a los pequeños, medianos y grandes productores de maíz duro, es por ello que en la investigación que se encuentra en desarrollo se han analizado las políticas agrarias que coadyuvan al logro de las actividades agropecuarias y el fin es que el productor obtenga una rentabilidad del cultivo de la gramínea, en tal virtud se ha determinado que la producción de maíz la realizan por centros de actividades siembra, labores culturales y cosecha (Tabla 1).

Tabla 1: Normatividad agrícola del cultivo de maíz por centros de actividad

CENTROS DE ACTIVIDAD	NORMATIVO REGULADOR DE LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS
SIEMBRA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Constitución de la República del Ecuador ▪ Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura. ▪ Código Tributario. ▪ Ley del Régimen Tributario Interno. ▪ Reglamento para aplicación Ley del Régimen Tributario Interno. ▪ Código de Trabajo ▪ Código Orgánico del Ambiente ▪ Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. ▪ Código Orgánico Integral Penal. ▪ Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales.
LABORES CULTURALES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reglamento a la Ley Orgánica de Tierras Rurales Territorios Ancestrales. ▪ Acuerdo Ministerial 095 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ▪ Instructivo Metodológico para Comercialización de Urea Subsidiada. ▪ Decreto ejecutivo 456 de 20 de junio de 2022. ▪ Decreto ejecutivo 467 de 2022
COSECHA	Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria

Nota: Centros de actividad en la producción de maíz fueron determinados por el grupo de investigadores luego de recabar y sistematizar la información obtenida en la fase de campo, la cual se encuentra publicada en un artículo científico.

De acuerdo a los datos de la tabla 1, existen dos aspectos legales que repercuten el quehacer agropecuario del pequeño, mediano y gran productor de maíz de manera positiva, como es la obtención de semilla de calidad mediante la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura, conjuntamente con el Plan Semillas, del mismo modo el acuerdo ministerial No. 095 denominado «Campo Seguro» emitido por el ministerio de Agricultura y Ganadería. (Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, 2017), estos cuerpos normativos tienen la finalidad de brindar una semilla de calidad, acceso a bajos costos de la semilla certificada, nativa y tradicional y adquisición de insumos necesarios para su producción.

Entre la clasificación de los tipos de semillas aprobadas en el Ecuador se encuentra el sistema no convencional de semillas que enmarca a la semilla nativa que forma parte del patrimonio de pueblos y nacionalidades, es parte de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, cuyo competente genético no es susceptible de apropiación y la tradicional que ha sido adaptada, conservada, cuidada, utilizada, cultivada e intercambiada por productores, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades. Otra clasificación es el sistema convencional de semillas donde se encuentra la semilla certificada que es aquella que ha cumplido el proceso técnico de producción y beneficio de modo que asegure su calidad genética, fisiológica, pureza y condición fitosanitaria, así como la verificación de la productividad. Cabe destacar que en los lugares incluidos en la investigación el 100 % de los encuestados siembra semilla certificada de diferentes marcas, siendo la más cultivada la semilla Triunfo (67,5 %) señalando que contienen 60 000 o 45 000 semillas cada funda y que cubre una hectárea de terreno cultivado.

El Plan Semillas por su parte tiene el fin de poder dotar de paquetes tecnológicos de alto rendimiento que incluyen, semilla certificada, fertilizantes edáficos compuestos y los fitosanitarios adecuados que permitan potenciar la producción de maíz con insumos que antes sólo eran adquiridos por los grandes productores, sin embargo muy pocos productores son beneficiados por estos proyectos ya que en su mayoría desconocen la existencia de los mismos.

La provincia de Loja, es la tercera productora de maíz duro a nivel nacional y como se puede apreciar en la tabla 2 se ha desarrollado un histórico de la producción de maíz duro, siendo los cantones Celica, Pindal y Zapotillo los principales productores de la gramínea.

Tabla 2: Caracterización de la producción de maíz duro en la provincia de Loja

INDICADORES	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ha sembradas	32 337	46 993	46 735	26 732	21 518	19 789
ha cosechadas	29 928	40 189	42 405	24 864	20 249	19 034
Producción (t)	118 693	123 153	131 365	119 539	58 265	66 189
Ventas (t)	95 405	107 670	105 681	102 793	49 798	56 770

Nota: los datos fueron tomados de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) concretamente de la base de datos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua de los años 2016 al 2021 y sistematizados por el grupo de investigadores.

Cabe destacar que el cultivo de maíz duro en las zonas de investigación se realiza mediante la modalidad de monocultivos y las condiciones para la explotación de la tierra son más exigentes utilizando tecnologías adecuadas y mayor incremento de capital, aumentando cada año la superficie cultivada y el rendimiento, emplean paquetes tecnológicos que incluyen semillas de alto rendimiento, uso de agroquímicos para el control de plagas y fertilización, financiados por el estado en menor porcentaje de productores, ya que la mayoría lo financian con sus propios recursos o mediante

préstamos de bancos locales y nacionales, cooperativas de ahorro y crédito y con préstamos de financistas.

Los paquetes tecnológicos están valorados entre 400 y 1 500 dólares por hectárea de terreno cultivado, este depende de los kits y estos son subsidiados por el MAG en un 40 %, se aclara que muchos productores no compran los kits completos sino solo la semilla que es certificada (MAG, 2020b).

En la tabla 3, se realiza un análisis de las hectáreas que se han asegurado en las zonas de investigación y se puede determinar que es un aspecto legal de mucha importancia, identificado como Seguro Agrícola con la denominación de Campo Seguro, el cual es un sistema permanente de seguridad productiva, subvencionado por el Estado, para beneficios de pequeños y medianos productores agrícolas, ganaderos y otros agentes productivos vinculados al agro ecuatoriano. De acuerdo al MAG, (2021) el proyecto que se encarga de diseñar e implementar políticas y herramientas destinadas al aseguramiento y protección de los sectores productivos agropecuarios.

Por ello, el Ministerio de Agricultura y Ganadería mediante acuerdo Ministerial No. 095 acuerda expedir el instructivo de gestión del denominado proyecto «Campo Seguro» priorizado por la Secretaria Nacional como «Proyecto para la ejecución del sistema de aseguramiento agropecuario subvencionado con énfasis en pequeños y medianos productores vulnerables a los efectos del cambio climático», que regula la entrega de subvenciones a los beneficiarios, para la adquisición de las pólizas de seguros agropecuarios.

Tabla 3: Hectáreas aseguradas de maíz duro en Celica, Pindal y Zapotillo

CANTONES	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Celica	1626.5	2643.9	2373.28	636	2191	2633.17
Pindal	2063.9	3092.35	248.22	327	1978	1915.63
Zapotillo	544.5	1217.5	1633.09	242.5	1355	1880.13
TOTAL	4234.90	6953.75	6487.59	1205.50	5524	6428.93

Nota: los datos fueron tomados de la base de datos del MAG de los años 2016 al 2021 y sistematizados por el grupo de investigadores.

Por tal motivo, el maíz duro tendrá un seguro agrícola que otorgará una subvención del 60 % y 40 % del valor de la prima neta (si impuestos y contribuciones de ley del seguro), como monto máximo de setecientos dólares de los estados Unidos de América (USD\$ 700) por beneficiario y por ciclo de cultivo, por ejemplo, para el maíz duro tendrá un rango de 1 – 15 ha con una subvención de 60 % y > 15 ha el 40 %.

Se debe considerar que la póliza de seguro protege a los productos agrícolas de ciertos riesgos como la sequía, inundación, exceso de humedad, helada, bajas temperaturas, granizada, incendio, deslizamiento, taponamiento y plagas.

De los resultados obtenidos se resalta que los productores realizan una siembra por año y en época invernal a lo que se denomina monocultivo, por lo tanto la estimación del costo de producción es en promedio de 1 857 dólares americanos por hectárea de

cultivo dividido por centros de actividad como son siembra (34,95 %) (Tabla 4), labores culturales (50,19 %) y cosecha (14,86 %), utilizando semilla de maíz duro híbrido certificada para la producción.

Tabla 4: Caracterización de los costos de producción de maíz duro utilizando semilla certificada en los cantones Celica, Pindal y Zapotillo

ACTIVIDADES		COSTO (USD ha ⁻¹)	COSTO (%)
SIEMBRA	Desbroce del monte	100,00	5,39
	Quema de maleza	20,00	1,08
	Selección de semilla (Triunfo, DK 70-88, DK 15-96, Pioneer, otros tipos de semilla certificada)	180,00	9,69
	Aplicación de herbicida	115,00	6,19
	Desinfección de semilla	20,00	1,08
	Siembra	214,00	11,52
COSTO TOTAL POR ACTIVIDAD: SIEMBRA		649,00	34,95
LABORES CULTURALES	Primera fertilización	142,00	7,65
	Primer control de plagas	175,00	9,42
	Primer control de enfermedades	61,00	3,28
	Aplicación de herbicida	34,00	1,83
	Segunda fertilización	142,00	7,65
	Segundo control de plagas	175,00	9,42
	Segundo control de enfermedades	61,00	3,28
	Tercera fertilización	142,00	7,65
COSTO TOTAL POR ACTIVIDAD: LABORES CULTURALES		932,00	50,19
COSECHA	Recolectado	80,00	4,31
	Amontonado	80,00	4,31
	Desgranado	7,50	0,40
	Alquiler de desgranadora	37,50	2,02
	Ensacado y almacenamiento	26,00	1,40

	Control y tratamiento del maíz	45,00	2,42
COSTO TOTAL POR ACTIVIDAD: COSECHA		276,00	14,86
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN		1 857,00	100

Nota: Los datos corresponden a la encuesta aplicada a los productores de sectores investigados, tomando en cuenta el ciclo productivo que se realiza en época invernal.

De acuerdo a estudios realizados por el MAG en (MAG, 2016), se considera monocultivo a las plantaciones con cultivos de una sola especie vegetal, sin que exista variación genética y el mismo tipo de cultivo para que sea favorable la producción a gran escala, en este caso no favorece la rotación de los cultivos. En los cantones de investigación el monocultivo va en aumento por lo que cada año la superficie del cultivo de maíz igual sube y por ende también el rendimiento debido al uso de paquetes y kits tecnológicos donde se incluyen semillas de alto rendimiento, uso de agroquímicos para el control fitosanitario, control de malezas y fertilización principalmente.

CONCLUSIONES

De las políticas públicas aplicadas al sector maicero de la provincia de Loja se determina que el maíz duro es un producto de gran importancia, siendo considerado como un producto de gran potencial económico para pequeños, medianos y grandes productores, con gran incidencia en la producción a nivel nacional.

En los sectores investigados la mayoría de productores no accede a paquetes tecnológicos donde se incluyen semillas certificadas, fertilizantes edáficos, compuestos fitosanitarios, entre otros. Los productores por temor a endeudarse con el gobierno prefieren utilizar otras fuentes de financiamiento de la producción con entidades públicas y/o privadas.

Es importante la organización de los productores de maíz con el fin de que reciban prioridad de las instituciones del Estado encargadas de la aplicación de las políticas agrícolas, de modo que se facilite el trabajo para ejecutar dichas políticas de modo igualitaria y equitativo.

REFERENCIAS

- Barrantes, R. (2006). *Agricultura y desarrollo en América Latina* (Vol. 1999, Issue December).
- Calero, C. (2011). Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. Recuperado de <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=52065>
- FAO. (2004). Política de desarrollo agrícola. In *Política de desarrollo agrícola: conceptos y principios*.
- García, C. (2017). Credit Policies for the Agricultural Sector in Nicaragua 1990-2012. *Las Políticas De Crédito Al Sector Agropecuario En Nicaragua 1990-2012.*, 12, 24–44. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=123053946&site=eds-live>

- Izam, M., y Vérez, V. O. de. (2000). El sector agrícola en la integración económica regional: Experiencias comparadas de América Latina y la Unión Europea. In *Publicaciones de las Naciones Unidas*. Recuperado de <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/27442/S80CI-L2627e-P.pdf>
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, S. y F. de la A. (LOASFA). (2017). Ley organica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura. *Lexis Finder*, 22. <http://www.lexis.com.ec>
- MAG. (2016). La Política Agropecuaria Ecuatoriana. In *Theologica Xaveriana* (Issue 44). Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf>
- MAG. (2020a). *Estadísticas Agropecuarias* |. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- MAG, ministerio de agricultura y ganaderia. (2020b). *AM_068_PEI2.pdf*.
- Maldonado, G. (2018). La reforma agraria en el Ecuador. *Cahiers Du Monde Hispanique et Luso-Brésilien*, 34(1), 33–56. Recuperado de <https://doi.org/10.3406/carav.1980.1501>
- Moreano, M., Hopfgartner, K., y Santillana, A. (2016). La política económica de la reforma a la gobernanza del agua y las implicaciones para la desigualdad territorial - El caso de Ecuador. *Serie Documento de Trabajo N°201. Grupo Desarrollo Con Cohesión Territorial, Programa Cohesión Territorial Para El Desarrollo*, 201(May), 65. Recuperado de <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2481.9445>
- Norton, G. W., Alwang, J., y Masters, W. A. (2010). Economics of Agricultural Development. In *Economics of Agricultural Development*. Recuperado de <https://doi.org/10.4324/9780429316999>