ISSN: 2415-2862

Agroecosistemas Revista para la transformación agraria sostenible

VOLUMEN 9 NÚMERO 3 (Septiembre - Diciembre) 2021

"El cultivo de las tierras: Una oportunidad para la alimentación "







CONSEJO EDITORIAL

Director (a)

Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro

Editor (a)

MSc. Amarilys Suárez Alfonso

Jefe de Edición

Dr. C. Jorge Luis León González

Miembros

Dra. C. Carmen Rosa Betancourt Aguilar

Dr. C. Enrique Casanovas Cosío

Dra. C. Rafaela Soto Ortiz

Dr. C. Nelson C. Arzola Pina

Consejo Científico Asesor

Dr. C. Renato Mello Prado

Dr. C. Alfredo Reyes Hernández

Dr. C. Vicente Rodriguez Oquendo

Dra. C. Elvis López Bravo

Dra. C. Rita Sibello

Dr. C. Augusto Comas

Dr. C. Lázaro Ojeda Quintana

Dr. C. Reinaldo Álvarez Puente

Dra. C. Enma Pineda Ruíz

Dr. C. Ramón López Fleites

Dr. C. Sinesio Torres García

Dr. C. Alejandro Díaz Medina

MSc. Juan Almaguer López

Dra. C. Claribel Suárez Pérez

Dr. C. Telmo Palancar

Dr. C. Víctor Gil Díaz

Dr. C. Pedro Cairo Cairo

Dra. C. Yusimy Reyes Duque

Dr. C. Iván Castro Lizazo

Dra. C. Darielly Martínez Balmori

Dr. C. Leonides Castellanos González

Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

MSc. Dolores Pérez Dueñas

Traducción y redacción en Inglés

MSc. Miladys Ávarez Migueles

Diseñadora

MSc. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

DI. Yunisley Bruno Díaz

Soporte Informático

Ing. Greter Torres Vázquez

Tec. Ana Ibys Torres Blanco

Editorial
01_ Respuesta agronómica y control fitosanitario de plantas de tomate (Solanum lycopersicum L), a la aplicación de quitosano
Stalin Fernando López Tobar, Ana Ruth Álvarez Sánchez, Juan José Reyes Pérez, Lourdes Vital López, Da- nilo Javier Yanez Caj
02_Objetivos de desarrollo sostenible: estudios de casos del empoderamiento de mujeres productoras rurales en la provincia Cienfuegos13 Cintia Beatriz Pérez Lanza, Jorge Luis Pérez Gutiérrez, Amarylis Suárez Alfonso, Evelyn Beatriz Lanza Gon- zález, Maydiel Alejandro Pérez Abrahantes
O3_Análisis multitemporal de imágenes sentinel-2 para la cobertura vegetal de la zona andina de la provincia de El Oro, Ecuador
04_Estudio de las características físico-químicas del suelo en áreas prioritarias de la reserva ecológica Arenillas
Jaime Enrique Maza Maza, Arturo Widberto Sánchez Asanza, Hugo Enrique Añazco Loaiza, Jaime Arturo García Ochoa
05_Centro de información y referencia de suelos para la enseñanza y conservación del patrimonio edafológico
06_Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados"
07_Programa de extensión forestal dirigido a Byrsonima crassifolia (l.) en la comunidad Peralejo57 Yennis Daliana Boza Naranjo, Ana Luisa Figueredo Figueredo, Daramis Guerra Sánchez, Jesús Emanue Méndez Álvarez
08_Micropropagación del plátano cultivar enano guantanamero (Musa spp., AAB) con el empleo de Pectimorf®67
Misterbino Borges García, Diana María Reyes Avalos, Alexis Frías Mojena
09_Evaluación del comportamiento fenotípico y agronómico de ocho variedades de girasol (Helianthus Annuus I.) En el cantón Machala
Bianca Estefanía Vásquez López, José Nicasio Quevedo Guerrero, Rigoberto Miguel García Batista 10_Establecimiento de una metodología de deshidratación de papa (Solanum tuberosum. I) utilizando
métodos económicos y ecológicos
11_Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (Capsicum anuum I.) en la parroquia La Victoria, Ecuador
12_Efectos de dos enmiendas edáficas sobre parámetros agronómicos de producción en banano (Musa X paradisiaca I.)

13_Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja Pagua de la UTMACH en la provincia de El Oro, Ecuador
provincia de El Oro, Ecuador
14_Efectos de la fertilización inyectada en plantas de banano (Musa × paradisiaca I) cultivar Williams en diferentes estados fenológicos
15_Drench: evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (Musa X paradisiaca I.) y sus efectos en la producción y calidad de fruto
16_Análisis de los costos de la producción bananera durante la pandemia del COVID - 19, provincia de El Oro, periodo 2020
17_La seguridad alimentaria: evolución del concepto y su expresión en el contexto cubano
18_Comportamiento agronómico y productivo de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) en zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador
19_La interpretación biocéntrica del enfoque integral ecosistémico contenida en la Constitución de la República del Ecuador
20_Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja santa inés de la UTMACH191 Ivanova Nohelia Romero Pineda, Rigoberto Miguel García Batista
00_Normas

EDITORIAL

Dra. Raquel Zamora Fonseca E-mail: rzamora@ucf.edu.cu

Editora de La Revista Agroecosistemas

Garantizar la seguridad alimentaria en medio de los efectos del cambio climático es uno de los mayores retos a los que se enfrenta la comunidad mundial. Los expertos de muchos países están recurriendo a las técnicas nucleares para introducir la diversidad genética con el fin de desarrollar nuevas y mejores variedades de cultivos, con el fin de mejorar su adaptación a un clima cambiante.

Con ocasión de la 65.ª reunión de la Conferencia General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), la FAO y el OIEA han reconocido las contribuciones al fitomejoramiento por mutación de 28 investigadores y equipos de investigación de instituciones de 20 países, otorgándoles premios por sus destacados logros. Los premios fueron presentados por el Director General del OIEA, Sr. Rafael Mariano Grossi y, virtualmente, por el Director General de la FAO, Sr. QU Dongyu, en una ceremonia en Viena. Este reconocimiento incluye 11 premios a los logros más destacados, 10 premios a mujeres en el fitomejoramiento por mutación y siete premios a jóvenes científicos por los esfuerzos significativos en la última década en el desarrollo de nuevas variedades mutantes utilizando la irradiación.

GRACIAS

Editora de la Revista



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

RESPUESTA AGRONÓMICA Y CONTROL FITOSANITARIO DE PLAN-TAS DE TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L), A LA APLICACIÓN DE QUITOSANO

AGRONOMIC RESPONSE AND PHYTOSANITARY CONTROL OF TOMATO PLANTS (SOLANUM LYCOPERSICUM L), TO THE APPLICATION OF CHITOSAN

Stalin Fernando López Tobar¹ E-mail: slopezt2@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0601-0114

Ana Ruth Álvarez Sánchez¹ E-mail: aalvarezs@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2780-8600

Juan José Reyes Pérez¹ E-mail: jreyes@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5372-2523

Lourdes Vital López²

E-mail: lourdes.vital@uttn.mx

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5916-3558

Danilo Javier Yanez Cajo² E-mail: dyanezc@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4033-3590

- ¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- ² Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

López Tobar, S F., Álvarez Sánchez, A. R., Reyes Pérez, J. J., Vital López, L., & Yanez Cajo, 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.

RESUMEN

Los beneficios del quitosano en la agricultura son numerosos, entre ellos inhibe el desarrollo de fitopatógenos; induce respuestas defensivas en las plantas y aumentan su protección contra microorganismos; funciona como cobertura de frutos para minimizar las pérdidas postcosecha e incrementa el crecimiento y productividad de los cultivos entre otras funciones. El principal objetivo de esta investigación fue de evaluar el efecto de diferentes dosis del guitosano, sobre el crecimiento, desarrollo y control fitosanitario en plantas de tomate, bajo condiciones de campo abierto. El diseño experimental que se empleó en la investigación fue un diseño completo al azar con 6 tratamientos un testigo experimental y cinco repeticiones. El quitosano se aplicó a los 15, 30 y 60 días; se evaluaron las variables morfométricas, de producción y rendimiento, también la incidencia y severidad del tizón temprano. Los resultados obtenidos en esta investigación reportan que el tratamiento de 300 mg. L-1 presentó los mejores porcentajes de emergencia, altura de la planta, longitud raíz, diámetro del tallo, peso fresco de la raíz, peso seco de la raíz, racimos con frutos, frutos por planta, peso fresco del fruto y el rendimiento. La incidencia y severidad fue menor en tratamientos con la aplicación de guitosano en dosis de 300 mgL-1.

Palabras clave:

Bioestimulante, crecimiento, productividad, Alternaria solani,

ABSTRACT

The benefits of chitosan in agriculture are numerous including, but not limited to, inhibiting the development of phytopathogens, inducing defensive responses in plants and increasing their protection against microorganisms, functioning as a fruit cover to minimize postharvest losses, and increasing crop growth and productivity. This research aims to evaluate the effect of multiple chitosan doses on growth, development and phytosanitary control in tomato plants under open field conditions. The experimental design used in the research was a complete randomized design with six treatments, one experimental control and five replicates. Chitosan was applied at 15, 30 and 60 days; morphometric, production and yield variables were evaluated, as well as the incidence and severity of early smut. The results obtained revealed that the treatment of 300 mg. L-1 produced the best percentages of germination, plant height, root length, stem diameter, root fresh weight, root dry weight, bunches with fruit, fruit per plant, fruit fresh weight and yield. Incidence and severity were lower in treatments with the application of chitosan at a dose of 300 mgL-1.

Keywords:

Biostimulant, growth, productivity, Alternaria solani,

INTRODUCCIÓN

El cultivo de tomate es comercialmente importante a nivel mundial por su consumo e industrialización, se cultiva en una amplia gama de climas tanto en campo abierto e invernaderos. Después de la papa es la hortaliza más importante y representa el 31,8 % de la producción hortícola mundial. Las siembras mundiales para el 2016 de tomate abarcan 4,782,754 hectáreas con una producción promedio por metro cuadrado de 3.7 kg. (Terry, et al., 2017).

En el Ecuador, el cultivo del tomate es muy rentable, lo que permite que se cultive y se incorpore tecnologías importadas, se lo cultiva a campo abierto y en invernaderos, desde el nivel del mar hasta una altura de 3200 msnm; en zonas tropicales, valles y en zonas andinas en condiciones de invernadero. A pesar de la gran importancia que representa el cultivo de tomate, este se ha visto afectado por diversos fitopatógenos tales como el tizón temprano que puede llegar a ser una importante enfermedad si se dan las condiciones ambientales para su desarrollo ya que ha provocado grandes pérdidas y limitaciones en la producción del cultivo del tomate (Devine, et al., 2008).

El tizón temprano causado por *Alternaria solani*, ataca la parte aérea de la planta de tomate y en todos sus estados de crecimiento, siendo las hojas maduras las de mayor incidencia. Sus síntomas se caracterizan por lesiones circulares o anilladas de color café a negro en hojas maduras. Estas lesiones pueden estar rodeadas de un halo clorótico. El diámetro de estas lesiones circulares es de 8 a 10 mm y pueden alcanzar varios centímetros cuando las condiciones climáticas son favorables y/o cuando se fusionan con otras lesiones, comprometiendo gran parte de la planta y adquiriendo un aspecto de tizón o quemado (Castillo & Castillo, 2021).

Para combatir los hongos fitopatógenos se utilizan gran cantidad de pesticidas los cuales son dañinos para el medio ambiente, causan de la disminución de la productividad que se le atribuye al incremento de la incidencia y severidad de enfermedades, insectos plagas y de nematodos agalladores. Una alternativa al uso de agroquímicos es el uso de bioestimulante como el quitosano (Brown & Saa, 2015).

El quitosano es uno de los polímeros más abundantes de la naturaleza (Hendris & Dail Centroamérica, 2021). 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 (Bahjiri, 2017). Entre sus numerosas propiedades el quitosano es biodegradable, biocompatible y no tóxico. Tiene importantes aplicaciones en una gran variedad de sectores industriales (Hendris & Dail Centroamérica, 2021). Lo vemos en medicina como agente procoagulante y hemostático. (Bahjiri, 2017). El quitosano es un producto evaluado

en diversos cultivos de importancia económica como son: tabaco (Nicotiana tabacum L.) (González, et al., 2017ab), papa (Solanum tuberosum L.) (Guancha, et al., 2016), pimiento (Capsicum annuum L.) (Reyes, et al., 2021), pepino (Cucumis sativus L.) (González, et al., 2012), frijol (Phaseolus vulgaris L.) (Morales, et al., 2016), soya (Glicine max L.) (Costales & Falcón, 2018), maíz (Zea mays L.) (Peña, et al., 2016), arroz (Oryza sativa L) (Molina, et al., 2017), entre otros, con resultados positivos y promisorios que han determinado una demanda actual en la agricultura nacional.

Ha sido ampliamente demostrado que el quitosano estimula el crecimiento de las plantas, acelera el ciclo de los cultivos, contribuye a mantener el balance hídrico en las plantas, influye de manera marcada en el incremento del rendimiento y sus componentes y alarga la vida postcosecha de los frutos. Su acción tiene una relación marcada en la protección de las plantas contra microorganismos patógenos y la actividad promotora de mecanismos de defensa de las plantas ante condiciones de estrés (Divya, et al., 2018; Charitidis, et al., 2019).

Para determinar si las plantas de tomate cultivadas en parcela presentaran una respuesta agronómica, productiva y fitosanitaria favorable con la aplicación del quitosano, el objetivo de este trabajo fue combatir hongos fitopatógenos como el tizón temprano, además de mejorar las variables agronómicas del cultivo de tomate a campo abierto y a su vez, incrementar la producción y ofrecer productos libres de residuos tóxicos a los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizará en la finca experimental "La María", el mes de enero a mayo del 2021 en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos T1: 50 mgL⁻¹ de quitosano, T2: 100 mgL⁻¹ de quitosano, T3: 150 mgL⁻¹ de quitosano, T4: 200 mgL⁻¹ de quitosano, T5: 250 mgL⁻¹ de quitosano, T6: 300 mgL⁻¹ de quitosano un testigo experimental T0: Sin quitosano. Con 20 plantas por unidad experimental por quintuplicado con un total de 700 plantas. La aplicación del quitosano se llevó a cabo a los 15, 30, 60 días. La siembra del tomate se realizó en campo con 1,40 m entre hilera y 0,30 entre planta, la parcela fue conformada por 9 m² teniendo 20 plantas por parcela. Las variables evaluadas fueron:

El porcentaje de emergencia se realizó en bandejas de germinación de 100 cavidades, contabilizando el número de semillas emergidas y se divididas para las semillas sembradas según la fórmula de Maguire, (1962). La altura de la planta se midió con una regla graduada en centímetros cada planta se calculará desde el nivel del suelo hasta la copa de la planta, las evaluaciones se realizarán a los 60 días después de la siembra. Para determinar la longitud de la raíz se utilizó 5 plantas aleatorias por repetición, y con la ayuda de una cinta métrica se procedió a determinar la longitud de la raíz principal. El peso fresco de la raíz (gr) se realizó extrayendo el material vegetal del medio donde se desarrolló y se pesó en una balanza analítica, esta medida no es destructiva y se realizó en diferentes momentos del experimento (tiempo en días o semanas).

Para el peso seco de la raíz (gr), se expuso el sistema vegetal a temperatura de entre 60°C a 80°C durante 72 horas en una estufa y se pesó en una balanza analítica (Maguire, 1962). Para el diámetro del tallo (cm) se requirió muestrear 5 plantas aleatorias por repetición, lo cual, se realizó con la ayuda de un calibrador. Los datos se registraron a los 60 días después de la siembra.

Para las variables de producción, el número de racimos con frutos (RF) y frutos por planta (FP) se realizó por conteo visual. La masa promedio de los frutos expresada en gramos (MF) se realizó por la división de la masa total de los frutos entre la cantidad de frutos de la parcela. Por último, el Rendimiento por hectárea (kg/ha-1) se obtuvo por medio del peso total de la parcela útil transformándolo a kg/ha-1, para ello se empleará la siguiente ecuación: kg/ha= (Rendimiento por parcela útil (kg)*10000 m^2) / (Área de parcela útil (m^2))

La evaluación del estado fitosanitario comprendió en determinar la severidad para manchas foliares causadas por *Alternaria solani* (Tizón temprano) donde se utilizó la escala de Pat et al. (2017) quien indicó que: 1) el 0-0% de daño, indica que toda el área de la planta está sin mancha; 2) 0.1 - 5 % de daño, indica que de 5 a 10 manchas se puede encontrar en el área foliar; 3) 6 - 10% de daño, indica que el ¼ de la planta se encuentra afectada en el área foliar; 4) 11 - 25% de daño indica que el 1/3 de la planta se encuentra afectada; 5) 26 - 50% de daño indica que el ½ de la planta se encuentra afectada; 6) 51 – 75% de daño indica que, el 75% de toda la planta se encuentra afectada. 7) 76 - 100% de daño indica que, todas las hojas están muertas, los tallos están muertos y muriendo.

El porcentaje de incidencia se estimó contabilizando el número de plantas afectadas del total de plantas evaluadas, de los muestreos al azar. Para el cálculo del porcentaje (%) de incidencia, se utilizará la siquiente fórmula:

% Incidencia= (Número de plantas con síntomas/ Número total de plantas de la muestra) * 100 El grado de severidad se transformó a porcentaje de infección mediante la fórmula de Townsed y Heuberger (1943).

$$P = \begin{bmatrix} \\ \\ N.C(2) \\ \\ \Sigma(n.v) \end{bmatrix} 100$$

Dónde: P: Grado de severidad en %; n: número de muestras por categoría; v: Valor numérico de cada categoría; N: número total de muestras y C: categoría mayor

Los resultados expresados en porcentaje se transformaron para su procesamiento estadístico por la fórmula sin -1 √% que garantizó que cumplieran una distribución normal. Todos los resultados se analizaron por análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey; estos análisis se realizaron con una confianza del 95% (0.05). El software estadístico utilizado fue el Minitab 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indicaron que el porcentaje de emergencia a los 15 días con mejores resultados fue el tratamiento T6 con 97,16%. Entre los tratamientos con aplicación de quitosano T2, T3 y T4 no se observaron diferencias significativas (P≥0,05) mientras que, el menor porcentaje se observó en el tratamiento T0 que corresponde al control experimental. Resultados que fueron estadísticamente significativos (P≤0,05) (Figura 1). Nuestros resultados obtenidos sobre el efecto del quitosano en la emergencia de semillas coinciden con lo reportado por Reyes, et al. (2020), quienes indicaron que la mayor dosis de quitosano incremento el porcentaje de emergencias versus el control en un 50%. Además, nuestros resultados también están dentro del rango reportados por Meza & Manzano (2007), quienes, en su estudio de características morfológicas de la semilla, procesos de germinación y emergencia del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Cav Sendth) reportan una emergencia del 55 a 91%. Gonzales et al. (2017b). Reportan un incremento en la tasa de emergencia del tomate (Solanum lycopersicum, L) cuando las semillas son embebidas con una solución de 300 mg de quitosano. Este incremento posiblemente se deba a que el quitosano estimula los procesos fisiológicos vegetal además de, ayudar a evitar las pérdidas de

agua por vía de la transpiración, aspecto de gran importancia para este cultivo en particular (Lee et al., 2005 &Velásquez 2008).

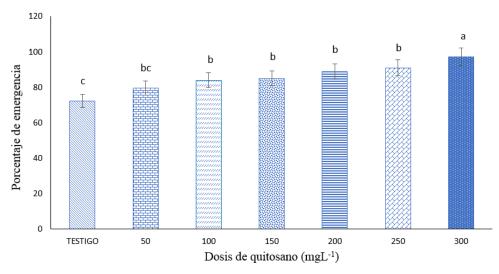


Figura 1. Porcentaje de emergencia de semillas de tomate con aplicación de quitosano.

Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para p≤0,05.

Los resultados referentes a la altura de la planta mostraron que, el tratamiento, T6 con 300 mgL-1 de aplicación de quitosano obtuvo los valores promedio más altos (98,23±2,28) siendo estos valores estadísticamente significativos (P≤0,05) entre los tratamientos y el control experimental (T0) cuyo tratamiento presentó los valores más bajos (63,24 cm) (Figura 2). De la misma manera, González, et al. (2014), al evaluar el quitosano en el crecimiento en tomate (Solanum lycopersicum L.) encontraron resultados similares a los de esta investigación, sin embargo, la dosis de mayor respuesta en dicha investigación fue de 0,1 g L-1. Por su parte, Terry, et al. (2017), al evaluar quitomax® en tomate encontraron que los mejores promedios de altura de planta, longitud radicular y diámetro de tallo se observaron con la aplicación de 1 gL-1 cantidades menores a lo aplicado en nuestra esta investigación, donde el mejor tratamiento en ambas variedades fue de 2,0 g L-1. Estos resultados se deben a que el quitosano es reconocido como un bioestimulante del crecimiento vegetal debido a que induce un incremento del contenido de clorofila en las hojas de la planta luego de su aplicación como abono o aplicación foliar (Gonzalez et al., 2014; Pichyangkuraa y Chadchawanb, 2015). Además, promueven el desarrollo de plantas más saludables y menos susceptibles al ataque de patógenos (Kumeta et al., 2018).

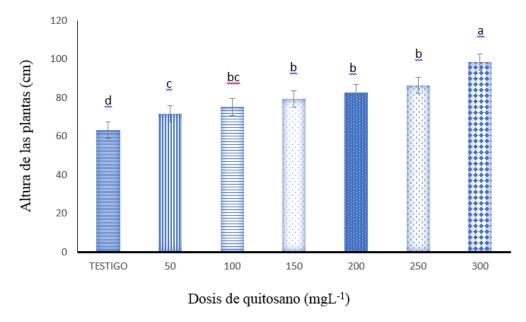


Figura 2. Altura de las plantas tomate con aplicación de guitosano.

Letras iguales no difieren estadísticamente en la prueba de Tukey para p≤0.05.

En cuanto al análisis de las raíces se obtuvo que el mayor promedio de longitud de raíz (28,61±1,99), diámetro del tallo (12,21±1,09), peso fresco de la raíz (1,72±0,54), peso seco de la raíz (0,62±0,12) lo obtuvo el tratamiento T6 con 300 mgL-1 de aplicación de quitosano. Se obtuvo un incremento del 43,34% en la longitud de raíz, 34,4% diámetro del tallo, 12,79% de peso fresco de la raíz, y 50% de peso seco de la raíz con la aplicación de 300 mgL-1 de quitosano observando diferencias significativas entre los tratamientos (p≤0,05) versus el testigo experimental (T0) (Tabla 1). Nuestros resultados coinciden con los reportados por Reyes, et al. (2020), quienes, al estudiar el efecto de ácidos húmicos, micorrizas y quitosano en indicadores del crecimiento de dos cultivares de tomate (Solanum lycopersicum L.) encontraron un incremento superior al 50% en las variables de acumulación de biomasa en la planta, tallos, hojas y raíces referente al tratamiento control. Gonzalez et al. (2014) determinaron la influencia de un polímero de guitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (Solanum lycopersicum L.) encontrando dependencia de la concentración de quitosana que se empleó, aumentaron el crecimiento de la raíz y el tallo, pero no se incrementó la masa seca total. Reyes, et al. (2019), determinando la respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de guitosano encontraron que las dosis de quitosano provocaron un mayor efecto estimulante que el control en la mayoría de las variables evaluadas para ambos cultivares siendo 1 y 2 g L-1 las mejores. Los efectos observados con el uso de quitosano se deben posiblemente a sus cualidades como bioestimulante y a la dosis empleada en los cultivos (Salachna y Zawadzinska, 2014).

Tabla 1. Efecto del guitosano sobre variables morfométricas en plantas de tomate.

Tratamiento	Dosis quitosa- no (mgL ⁻¹)	Longitud Raíz (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Peso fresco de la raíz (gr)	Peso seco de la raíz (gr)
ТО	0	16,21±1,62c	8,01±1,22b	1,50± 0,44b	0,31± 0,16c
T1	50	17,16±1,43c	8,98±1,47b	1,54± 0,32b	0,38± 0,19b
T2	100	18,84±1,55bc	9,66±1,02b	1,57± 0,51b	0,43± 0,11b
T3	150	20,44±2,16b	9,99±1,78ab	1,61± 0,49ab	0,47± 0,17ab
T4	200	22,13±1,88b	10,45±1,87b	1,65± 0,63a	0,52± 0,12b
T5	250	25,99±1,90b	11,03±1,26ab	1,68± 0,83a	0,54± 0,18b
T6	300	28,61±1,99a	12,21±1,09a	1,72± 0,54a	0,62± 0,12a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey (p≤0,05).

Referente a las variables de rendimiento y producción se observó que, el tratamiento que T6 con la dosis de 300 mgL-1 estimuló la producción de frutos y rendimiento obtenido, resultados similares a los reportados por Reyes, et al. (2021), quienes reportaron que concentraciones de 200 y 300 mgL1 alcanzaron los mayores valores con diferencias significativas ($p \le 0.05$), versus el control experimental y la dosis más baja de quitosano 150 mg L-1. En nuestro trabajo, se encontró el número de racimos con frutos (RF) (16,12±2,03), frutos por planta (FP) (92,45±4,34), el peso fresco de los frutos (MF) (196,54±5,23 gr) y en el rendimiento 39458,21 kg/ha-1 observando diferencias significativas entre los tratamientos (P≤0,05). Nuestros resultados son superiores a los obtenidos por Reyes, et al. (2021), quienes determinaron el efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate y obtuvieron racimos con frutos (15), frutos por planta (83.6), diámetro ecuatorial del fruto (7.38), diámetro polar del fruto (5.18), diámetro del pericarpio (0.5), masa del fruto (188.48). Estos resultados se deben posiblemente a que el quitosano influye en la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas y de esta manera, estimula la biosíntesis de nutrimentos y mecanismos de defensa de las plantas (Rivas-García, et al., 2021) (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del quitosano sobre variables de producción y rendimiento de plantas de tomate.

Tratamiento	Dosis quitosano (mgL-1)	RF	FP	PFF	Rend kg/ha ⁻¹
ТО	0	7,16±1,45°	35,16±3,83 ^d	109,16±4,11 ^d	17562,33 ^d
T1	50	8,16±1,53°	44,11±3,21 ^d	132,94±4,68 ^{cd}	19249,82°
T2	100	9,42±1,65 ^{bc}	56,33±4,28°	141,33±4,55°	23758,55c
T3	150	10,33±1,72bc	64,91±4,66°	158,17±4,88°	27577,16 ^b

٦	Γ4	200	12,19±2,01 ^b	75,82±4,65 ^{bc}	176,25±4,61 ^b	30869,63b
٦	Γ5	250	13,96±2,11 ^b	83,27±3,19 ^b	184,32±4,86 ^b	35641,45 ^b
7	Γ6	300	16,12±2,03ª	92,45±4,34ª	196,54±5,23ª	39458,21ª

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey (p≤0,05). RF=racimos con frutos; FP= frutos por planta; PF= peso fresco del fruto; Rend= rendimiento.

En cuanto al estado fitosanitario la presencia del Tizón temprano disminuyó en los tratamientos con quitosano (T1, T2, T3, T4, T5 y T6), siendo los menores valores de incidencia (29,8) y severidad (35,1) en el tratamiento T6, valores que fueron estadísticamente significativos (P≤0,05) (Tabla 3). Esto resultados se asemejan a los obtenidos por Rodríguez-Romero et al. (2018), que aplicó quitosano y extractos de Pseudomonas fluorescens para el control de Alternata en jitomates al emplear la dosis de quitosano al 1.5% + extracto de *P. fluorescens* 50%.

Tabla 3. Efecto del quitosano sobre la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria* solani en plantas de tomate.

Tratamiento	Dosis quitosano (mgL ⁻¹)	Incidencia %	Severidad %
T0	0	96,6±2.33ª	78,8±1.97 a
T1	50	73,5±2.85 ^b	67,6±2.21ab
T2	100	61,8±3.11 ^b	63,5±3.16 ^b
Т3	150	58,6±2.09bc	52,9±2.22 ^b
T4	200	44,7±3.18°	47,3±1.99 ^b
T5	250	32,6±1.98°	41,2±2.25 ^{bc}
T6	300	29,8±2.03 ^{cd}	35,1±1.77°

Esta reducción en la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani* en plantas de tomate se debe principalmente a la naturaleza del quitosano ya que, es considerado un policatión (posee una alta densidad de cargas positivas: una carga positiva por cada residuo de glucosamina), ya que los grupos amino reactivos presentes en la estructura de la molécula pueden ser protonados por algunos ácidos, cargándose positivamente. Dicha capacidad permite explicar algunas de las propiedades biológicas del quitosano; por ejemplo, su efecto antimicrobiano contra hongos y bacterias (Gram positivas y Gram negativas) (Whan et al., 2015; Zhang et al., 2011). Estas propiedades han sido utilizadas para combatir la germinación de esporas de hongos fitopatógenos como *Alternaria solani, Colletotrichum lagenarium* y *Fusarium oxysporum* (Liu, et al., 2008).

CONCLUSIONES

La aplicación de quitosano en dosis de 300 mgL⁻¹ en plantas de tomate, estimuló las variables longitud de la raíz, diámetro del tallo y el peso fresco y seco de la raíz, así como los indicadores racimos con frutos, frutos por planta, peso fresco del fruto y el rendimiento. Además, el producto muestras sus potencialidades al disminuir la incidencia y severidad de manchas foliares causadas por *Alternaria solani*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castillo-Pérez, B., & Castillo-Bermeo, V. (2021). Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (Solanum lycopersicum L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador. CEDAMAZ, 11(1), 22-41.
- Charitidis, C. A., Dragatogiannis, D. A., Milioni, E., Kaliva, M., Vamvakaki, M., & Chatzinikolaidou, M. (2019). Synthesis, Nanomechanical Characterization and Biocompatibility of a Chitosan-Graft-Poly (ε-caprolactone) Copolymer for Soft Tissue Regeneration. *Materials (Basel, Switzerland)*, 12 (1).
- Costale-Menéndez, D., & Falcón-Rodríguez, A. (2018). Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soya biofertilizada. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 71-79.
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 25(1), 74-100.
- Divya, K., Smitha, V., & Jisha, M. S. (2018). Antifungal, antioxidant and cytotoxic activities of chitosan nanoparticles and its use as an edible coating on vegetables. International Journal of Biological Macromolecules, 114, 572-577.

- González Gómez, L. G., Jiménez Arteaga, M. C., Vaquero Cruz, L., Paz Martínez, I., Falcón Rodríguez, A., & Araujo Aguilera, L. (2017a). Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco (Nicotiana tabacumL.). Centro Agrícola, 44(1), 34-40.
- González Peña, D., Costales, D., & Falcón, A. (2014). Influencia de un polímero de guitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (Solanum *lycopersicum L.*). *Cultivos Tropicales*, 35(1), 35-42.
- González, L. G., Falcón, A., Jiménez, M. C., Jiménez, L., Silvente, J., & Terrero, J. C. (2012). Evaluación de tres dosis del bioestimulante Quitosana en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en un periodo tardío. *Revista Ama*zónica Ciencia y Tecnología, 1(2), 42-48.
- González, L. G., Paz, I., Martínez, B., Jiménez, M. C., Torres, J. A., & Falcón, A. (2017b). Respuesta agronómica del cultivo del tomate (Solanum lycopersicum, L) var. HA 3019 a la aplicación de quitosana. UTCIENCIA 2(2):55-60.
- Guancha Chalapud, M. A., Caicedo, C., Ruiz, E. M., & Valencia, M. F. (2016). Propiedades de conservación: recubrimiento a base de quitosano y Aloe vera aplicado en papa criolla (Solanum phureja). Informador técnico, 80(1), 9-19.
- Hendris & Dail Centroamérica. (2021) Que es el quitosano y para que se usa. https://hendrixcentroamerica.com/quitosano-usos consultado el 23-08-2021
- Liu, S., Weibin, R., Jing, L., Hua, X., Jingan, W., Yubao, G., & Jingguo, W. (2008). Biological control of phytopathogenic fungi by fatty acids. Mycopathol. 166, 93-102.
- Meza, N., & Manzano, J. (2007). Características morfológicas de la semilla, procesos de germinación y emergencia del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Cav Sendth). Revista de la Facultad de Agronomía del Zulia, 24(1), 271-275.
- Molina Zerpa, J. A., Colina Rincón, M., Rincón, D., & Vargas Colina, J. A. (2017). Efecto del uso de guitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (Oryza sativa L. variedad). Revista de investigación agraria y ambiental, 8(2), 151-165.
- Morales Guevara, D., Dell Amico Rodríguez, J., Jerez Mompié, E., Hernández, Y. D., & Martín Martín, R. (2016). Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.). Cultivos Tropicales, 37(1), 142-147.
- Peña-Datoli, M., Hidalgo-Moreno, C. M., González-Hernández, V. A., Alcántar-González, E. G., & Etchevers-Barra, J. D. (2016). Recubrimiento de semillas de maíz (Zea mays L.) con quitosano y alginato de sodio y su efecto en el desarrollo radical. Agrociencia, 50(8), 1091-1106.

- Reyes-Pérez, J. J., Enríquez-Acosta, E. A., Ramírez-Arrebato, M. Á., Rodríguez-Pedroso, A. T., & Rivero-Herrada, M. (2019). Respuesta de plántulas de cultivares de tomate a la aplicación de quitosano. Centro Agrícola, 46(4), 21-29.
- Reyes-Pérez, J. J., Rivero-Herrada, M., García-Bustamante, E. L., Beltran-Morales, F. A., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2020). Aplicación de guitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cutivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en condiciones de invernadero. Biotecnia, 22(3), 156-163.
- Reyes-Pérez, J. J., Rivero-Herrada, M., Solórzano-Cedeño, A. E., Carballo-Méndez, F. D. J., Lucero-Vega, G., & Ruiz-Espinoza, F. H. (2021). Aplicación de ácidos húmicos, quitosano y hongos micorrízicos como influyen en el crecimiento y desarrollo de pimiento. Terra Latinoamericana, 39.
- Rivas-García, T., González-Gómez, L. G., Boicet-Fabré, T., Jiménez-Arteaga, M. C., Falcón-Rodríguez, A. B., & Terrero-Soler, J. C. (2021). Respuesta agronómica de dos variedades de tomate (Solanum lycopersicum L.) a la aplicación del bioestimulante con quitosano. Terra Latinoamericana, 39.
- Terry-Alfonso, E., Falcón-Rodríguez, A., Ruiz-Padrón, J., Carrillo-Sosa, Y., & Morales-Morales, H. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto Quitomax. Cultivos Tropicales. 38(1), 147-154.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE: ESTUDIOS DE CASOS DEL EMPODERAMIENTO DE MUJERES PRODUCTORAS RURALES EN LA PROVINCIA CIENFUEGOS

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS: CASE STUDIES OF THE EMPOWERMENT OF RURAL WOMEN PRODUCERS IN THE PROVINCE OF CIENFUEGOS

Cintia Beatriz Pérez Lanza¹

E-mail: cplanza88@gmail.com , clanza@ucf.edu.cu ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4144-4359

Jorge Luis Pérez Gutiérrez² E-mail: jlperez@ucf.edu.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8910-3895

Amarylis Suárez Alfonso² E-mail: asuarez@ucf.edu.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3589-4927

Evelyn Beatriz Lanza González² E-mail: eblanza@ucf.edu.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4364-8870

Maydiel Alejandro Pérez Abrahantes² E-mail: mperezabrahantes@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2330-6523

- 1 Centro Universitario Municipal Cruces. Cienfuegos. Cuba.
- ² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Lanza, C. B., Pérez Gutiérrez, J. L., Suárez Alfonso, A., Lanza González, E. B., & Pérez Abrahantes, M. A. (2021). Objetivos de desarrollo sostenible: estudios de casos del empoderamiento de mujeres productoras rurales en la provincia Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 13-22.

RESUMEN

La aprobación en 2015 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus 169 metas significó el compromiso de todos los países con la búsqueda de un nuevo paradigma de desarrollo. La presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia del empoderamiento de mujeres productoras rurales en el desarrollo sostenible en la provincia Cienfuegos, a través de estudios de casos que toman como referente teórico los objetivos de desarrollo sostenible que hacen referencia directa al empoderamiento de la mujer. Se utiliza la metodología mixta con fundamento en cinco estudios de caso, en la modalidad comunitaria y situacional. El tipo de investigación es exploratoria y descriptiva, como estrategia de recogida de información se utilizan: entrevista en profundidad y el test psicológico CAVIAR. El empoderamiento de mujeres productoras rurales se visualiza a través del control de sus propios recursos, refuerzan sus capacidades y protagonismo en diferentes ámbitos, e influyen en el desarrollo sostenible, contribuyendo a la elevación de la calidad de vida, la generación de empleo, el desarrollo de economías locales y el fortalecimiento de las alianzas del entramado social comunitario.

Palabras clave:

Objetivos de desarrollo sostenible, empoderamiento, mujeres productoras rurales, participación, Cienfuegos.

ABSTRACT

the 2030 Agenda for Sustainable Development approved in 2015 establishes 17 Sustainable Development Goals and 169 targets that imply the commitment of all countries in the search for a new development paradigm. This research aims to analyze the impact of rural women producers' empowerment on sustainable development in the province of Cienfuegos through case studies which theoretical reference are the Sustainable Development Goals that make direct reference to women's empowerment. A mixed methodology is used based on five case studies in the community and situational modality. This research is exploratory and descriptive, thus relying on the following information collection strategies: in-depth interview and the CAVIAR psychological test. The empowerment of rural women producers is visualized through the control of their own resources; they reinforce their capacities and leading roles in different areas influencing sustainable development, contributing to the improvement of the quality of life, the generation of employment opportunities, the development of local economies and the strengthening of the alliances of the community social network.

Keywords:

Sustainable development goals, empowerment, rural women producers.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre género se han enriquecido en los últimos tiempos con la finalidad de explicar comportamientos, ideologías, interpretaciones de la realidad, relaciones de poder, entre otras. El género como herramienta para el análisis social ha sido incorporado de manera masiva en los últimos años. Sin embargo, su adecuada utilización exige una mirada crítica a las formas tradicionales de relación, al cuestionamiento de los valores y creencias, así como a tratar de imaginar un mundo en el que las relaciones sociales están basadas en la equidad.

La situación de la mujer y su relación con el desarrollo es uno de los pilares del movimiento feminista, para lograr la independencia e igualdad social. Las oleadas del feminismo habían llegado a todo su esplendor en los años 70 con la diversificación de las corrientes que abordaban la situación de la mujer y las alternativas para mejorarla e integrarla en su totalidad a la sociedad. La modernización económica de esta década trajo como consecuencia el surgimiento de nuevos sectores laborales y por ende nuevas oportunidades de empleo.

El contexto de estos años marca la tendencia hacia un nuevo enfoque en lo relacionado con las mujeres, que recibió el nombre de Mujeres En Desarrollo (MED) y años después se evidenciaría que este enfoque no solucionó los problemas de las mujeres y se hizo necesaria la creación del enfoque Género en Desarrollo (GED), tomando como punto de partida que mujeres y hombres tienen necesidades de desarrollo diferentes porque en su construcción mental y social así lo han evidenciado.

A principios del nuevo Milenio surgen los Objetivos del Milenio, dentro de los cuales 2 se encontraban directamente dirigidos a potenciar la figura de la mujer. Esa visión, que fue traducida en ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), continuó siendo el marco de desarrollo predominante para el mundo en el curso de los últimos 15 años (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 2015).

En esa reunión, se identificaron objetivos que apuntan a la lucha contra la pobreza y el hambre, la reversión del deterioro ambiental, el mejoramiento de la educación y la salud, la promoción de la igualdad entre los sexos y la cooperación internacional. De esa forma quedaron estructurados los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), se cuantificaron las metas y se acordó el nivel que debían alcanzar en el 2015 con relación al 1990, así como la revisión periódica de los avances y para ello se identificaron los indicadores.

Son ocho propósitos de desarrollo humano fijados en el año 2000, que los 189 países miembros de las naciones unidas acordaron conseguir para el año 2015 (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 2015).

Los objetivos que posee relación evidente con los estudios de género son el 3 y el 5.

Objetivo 3: promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer.

Objetivo 5: mejorar la salud materna.

Al concluir el período de los ODM, la comunidad mundial tiene motivos para celebrar. Gracias a los concertados esfuerzos mundiales, regionales, nacionales y locales, los ODM han salvado millones de vidas y mejorado las condiciones para muchos más. Los datos y análisis presentados en este informe prueban que, con intervenciones específicas, estrategias acertadas, recursos adecuados y voluntad política, incluso los países más pobres pueden alcanzar un progreso drástico y sin precedentes.

En el caso específico de este estudio dirigido a la comprensión del empoderamiento en mujeres productoras rurales se hace necesaria la comprensión de los antecedentes relacionados con esta temática y cuáles fueron sus principales aportes en el plano internacional.

A nivel mundial han existido diferentes escenarios en los que se ha luchado por potenciar y defender los derechos de las mujeres. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018) Existen varios documentos y normas internacionales en relación con este tema que permiten evidenciar el desarrollo histórico por el que ha transitado el empoderamiento, entre ellas cabe desatacar las siguientes:

- Declaración Universal de los Derechos Humanos: garantiza a todos los derechos al trabajo, a la libre elección de su trabajo, a condiciones equitativas y satisfactorias de trabajo y a la protección contra el desempleo, a igual salario por trabajo igual, a una remuneración equitativa y satisfactoria y a fundar sindicatos y a sindicarse. (artículo 23.) (Organización de las Naciones Unidas, 1948).
- Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales: reconoce el derecho a trabajar y otros derechos relacionados con el trabajo, como el derecho a condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias y el derecho a fundar sindicatos y a afiliarse al de su elección, en los artículos 6,7y 8 (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 1966).
- La convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer es el instrumento internacional más importante de protección de los derechos de la mujer, y el único tratado internacional de derechos humanos legalmente vinculante que contempla específicamente a la mujer rural. El articulo 14 hace referencia concreta a la mujer rural; afirma que los estados deberán tomar en cuenta los problemas específicos que afronta la mujer rural y garantizar su participación y los beneficios asociados al desarrollo de la agricultura y la economía rural (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 1979).

- La plataforma de Acción de Beijing, 1995. La histórica cuarta conferencia mundial sobre la mujer (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 1995) logro avances significativos en el dialogo sobre el empoderamiento de la mujer en el ámbito mundial, al aprobar la declaración y plataforma de acción de Beijing. Esta Plataforma tiene como objetivo contribuir al empoderamiento de la mujer rural mediante el empleo, prestando especial atención a la reducción de la pobreza, al crecimiento económico, la autonomía y la toma de decisiones, la educación y la formación profesional, y la salud. Reconoce la interrelación entre la pobreza rural, la discriminación de género y las grandes dificultades de la mujer rural para progresar económicamente, en particular en el sector agrícola (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 1995)
- El programa de Trabajo Docente de la OIT: Es un enfoque programático equilibrado e integrado, desarrollado por la OIT y apoyado por la comunidad internacional, para hacer realidad los objetivos del empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos en los ámbitos mundial, regional, nacional, sectorial y local (Organización Internacional del Trabajo, 1999).

Las mujeres siguen siendo en la actualidad objeto de discriminación para acceder al trabajo, a los bienes económicos y para participar en la toma de decisiones privadas y públicas. También tienen mayor probabilidad de vivir en la pobreza que los hombres. Continúan en desventaja en el mercado laboral. En todo el mundo, cerca de las tres cuartas partes de los hombres en edad de trabajar participan de la fuerza laboral, en comparación con solo la mitad de las mujeres en edad de trabajar.

Existen diferentes espacios y momentos en los que se haces alusión al tema de los estudios de género debido a la importancia que tiene en la actualidad. Específicamente un caso de ellos es en la Cumbre de las Naciones Unidas.

En la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible desarrollada del 25 al 27 de septiembre de 2015 en la Sede de las Naciones Unidas en Nueva York se aprobó oficialmente la agenda 2030 la cual servirá como plataforma de lanzamiento para la acción de la comunidad nacional y los gobiernos nacionales con el fin de promover la prosperidad y el bienestar compartido por todos durante los próximos 15 años (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 2015).

Convenido por los 193 Estados Miembros de las Naciones Unidas, el proyecto de Agenda, titulado "Transformar Nuestro Mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", está compuesto de una Declaración, 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible y 169 metas, una sección sobre los medios de aplicación y una alianza mundial renovada, y un marco para el examen y el seguimiento.

De los 17 Objetivos de desarrollo sostenible aparece reflejado de forma explícita en el objetivo 5, aunque puede apreciarse en toda la Agenda 2030 puesto que esta es una categoría transversal y que en correspondencia con su importancia dedica el Objetivo 5 a: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas. Dentro de sus acápites específicos en relación con el tema de género se evidencian (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 2015).

La consecución de la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de las mujeres y las niñas contribuirá decisivamente al progreso respecto de todos los Objetivos y metas. No es posible realizar todo el potencial humano y alcanzar el desarrollo sostenible si se sigue negando a la mitad de la humanidad el pleno disfrute de sus derechos humanos y sus oportunidades. Las mujeres y las niñas deben tener igual acceso a una educación de calidad, a los recursos económicos y a la participación política, así como las mismas oportunidades que los hombres y los niños en el empleo, el liderazgo y la adopción de decisiones a todos los niveles.

La Agenda 2030 plantea que: para lograr un aumento significativo de las inversiones destinadas a paliar la disparidad entre los géneros y fortalecer el apoyo a las instituciones en relación con la igualdad y el empoderamiento de las mujeres en el plano mundial, regional y nacional. Se eliminarán todas las formas de discriminación y violencia contra las mujeres y las niñas, incluso mediante la participación de los hombres y los niños. La incorporación sistemática de una perspectiva de género en la implementación de la Agenda es crucial (Organización de las Naciones Unidas Unidas, 2015).

Los elementos anteriormente planteados afirman la existencia de un poder formal otorgado a las mujeres en el caso de la realidad cubana, lo que propicia la existencia de investigaciones que evidencien estos elementos en los diferentes ámbitos de la realidad, se ha seleccionado el entorno rural, por ser este un entorno tradicionalmente masculinizado que ha proporcionado a la mujer alternativas de desarrollo, demostrando la necesidad de equidad entre los géneros.

El sector agropecuario cubano se desarrolla en un escenario con particulares marcas patriarcales en las relaciones de género, se aprecian avances relevantes en materia de igualdad. Entre los resultados pueden mencionarse los siguientes adelantos alcanzados por las mujeres (Hernández & Arteaga, 2013):

- El derecho al trabajo se hace realidad en las áreas rurales cubanas a partir de que cada día las mujeres cubanas se van incorporando a sectores como el agropecuario que en épocas pasadas eran preferentemente de hombres.
- Las mujeres han recibido las tierras como propietarias o arrendatarias y se les ha facilitado créditos, asistencia

técnica, mercado y precios seguros para sus productos, en condiciones de igualdad con los hombres.

- El sostenido crecimiento en el acceso de las mujeres a cargos electivos se observa en diferentes instancias de las distintas asociaciones y el Ministerio de la Agricultura (MINAG).
- El nivel cultural general de las dirigentes campesinas ha aumentado y se ha reportado un incremento en el número de mujeres con nivel universitario y nivel medio superior.
- La integración de las mujeres campesinas a la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP) como socias va en incremento, lo cual implica no solo la garantía del trabajo, sino los beneficios de la seguridad social, maternidad y vacaciones.
- La Legislación Agraria contempla a la mujer en un plano de igualdad y a su vez, existe una protección específica a mujeres rurales trabajadoras asalariadas en sectores estratégicos en cuanto a la jubilación.
- El aumento de las muieres beneficiadas con el Decreto Ley 259/08, 282/09, 300/12 y 358/18, a las que se ha otorgado el usufructo de la tierra, se les confiere además pleno acceso a los créditos y asistencia técnica, entre muchas otras oportunidades. Esta modalidad posibilita a las mujeres aumentar el manejo, control y administración de la tierra y los recursos del sector agropecuario.

"El empoderamiento como concepto utilizado en los estudios de género aplicado a las mujeres, surge en 1984 en la India, aunque su metodología procede de la educación popular desarrollada por Paulo Freire. La red DAWN (Alternativas de Desarrollo con Mujeres para una Nueva Era) lo introdujo en la III Conferencia Mundial de la Mujer (Nairobi 1985) y es a partir de allí que se difunde y comienza a ser usado mundialmente por los estudios acerca del tema y por los organismos internacionales que diseñan e implementan políticas. Es una estrategia que propicia el incremento del poder de las mujeres; esto es, facilita su acceso al uso y control de los recursos materiales y simbólicos, y favorece que ganen influencia y participen en el cambio social. Esto incluye también un proceso para inducirlas a tomar conciencia de sus propios derechos, capacidades e intereses, y de cómo éstos se relacionan con los intereses de otras personas, con el fin de participar desde una posición más sólida en la toma de decisiones y estar en condiciones de influir en ellas". (Bethencourt & Carrillo, 2014, p. 158)

Los estudios sobre el empoderamiento de la mujer han tomado gran auge en los últimos tiempos. Varios son los autores que potencian la participación de las féminas y cómo esta ha sido un siglo en que han tomado un papel protagonista en la mayoría de los espacios, deuda saldada de los principios con que fue creado el movimiento feminista. En lo relativo al desarrollo de las comunidades se les ha otorgado responsabilidades a las mujeres como decisoras que con estilos de dirección muy personalizados logran insertarse en ámbitos tradicionalmente masculinos.

"El término empoderamiento se ha generalizado y se emplea en el ámbito del desarrollo internacional, políticas de género e intervención social, tanto por agentes financiadores, organismos internacionales, gobiernos, movimientos sociales, académicos e investigadores y diversos sectores de la sociedad civil". (Aguilar-Pinto et al, 2017, p. 479)

Para contribuir a estas iniciativas de desarrollo que buscan lograr el empoderamiento de la mujer rural y la igualdad de género en el mundo del trabajo, la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018) elaboró un marco conceptual sobre la importancia del empleo productivo y el trabajo decente en las áreas rurales como un motor fundamental del empoderamiento económico de la mujer rural. Este marco tiene 3 objetivos interdependientes que se refuerzan mutuamente. (FAO, 2018)

1-Estimular el progreso social y económico de la mujer: cuando esta empoderada para tomar decisiones y actuar en consecuencia, y para controlar los recursos y los rendimientos, la mujer puede beneficiarse plenamente de sus actividades económicas y sociales.

2-Amplia el poder y la representación individual y colectiva de la mujer: las competencias y los recursos para competir en los mercados, junto con un acceso justo a las instituciones sociales y económicas en igualdad con el hombre, permiten a la mujer tener éxito y mejorar en el plano económico y en el social.

3-Mejorar la dignidad y la autoestima de la mujer y el trabajo que realiza: toda mujer adquiere beneficios sociales y psicológicos importantes cuando se respeta y valora su trabajo y su entorno laboral.

Estos tres componentes de empoderamiento apuntan a dar respuesta a las necesidades específicas de género y los derechos humanos de la mujer mediante los pilares del trabajo decente. Esto estimula los cambios transformadores que en definitiva llevan a la igualdad de género en el mundo del trabajo. El proceso de empoderamiento se desarrolla tanto en el plano individual como en el plano colectivo.

"La dimensión de género es constitutiva del desarrollo local, aunque prácticamente se ha omitido en los distintos enfoques y debates sobre el desarrollo local en América Latina. Es constitutiva porque el desarrollo local no es neutro al género: contiene las relaciones sociales y desigualdades entre hombres y mujeres, sus condiciones y posiciones, sus necesidades y expectativas, las jerarquías de poder y de toma de decisiones entre hombres y mujeres; relaciones y jerarquías culturalmente determinadas. El género marca el desarrollo local: impregna y afecta las visiones, experiencias, proyectos y objetivos que proponen y promueven la apuesta por el desarrollo local. Por tanto, el género es transversal a las demás dimensiones, enfrentando el reto de la articulación con las otras (económica, territorial, ambiental, cultural, tecnológica)". (Massolo, 2006, p. 7)

En Cuba, desde los inicios del proceso revolucionario se han implementado numeras políticas favorables al acceso de la mujer al trabajo, pero aún queda mucho por recorrer en el camino de la equidad, en particular en la posibilidad de acceder y controlar los recursos y tomar decisiones sobre ellos.

Empoderamiento es el proceso de avance de la mujer, que se puede comprender en términos de interés en 5 niveles de igualdad, en los que el empoderamiento es una parte necesaria del desarrollo en cada nivel para que la mujer pueda avanzar hacia un status de igualdad. (Caram, 2004).

En el indicador de bienestar se incluyen fundamentalmente la salud, la nutrición y la seguridad social. La esfera del bienestar alcanza un alto grado de satisfacción en los primeros treinta años de transformación socialista, por la elevación de la calidad de vida de la población, y la brusca redistribución de la riqueza. Esto se pone en evidencia particularmente en analizar el comportamiento de los indicadores sociales en Cuba y compararlos con los de otros países subdesarrollados, o aún los desarrollados (Caram, 2004).

El segundo indicador del empoderamiento, el acceso, se refiere al empleo, a las facultades legales que le confieren a la mujer la potencialidad de una acción participativa en la sociedad, en relación a su disponibilidad de recursos, y a la calificación necesaria para ejercer el empleo. También al acceso a los recursos en el hogar.

En la concientización, tercer indicador del empoderamiento, es notorio la transformación de la forma de pensar de mujeres y hombres en la realidad social cubana. Esto es válido para evaluar conductas en relación a la modificación de códigos, en las relaciones entre los dos géneros, y en su proyección social. Está estrechamente relacionada con la estructura social, la primera modificación relevante se refiere a la desaparición de las barreras estructurales que impedían la participación femenina.

En el indicador de la participación, se ha producido un cambio significativo. De acuerdo a las cifras disponibles, es posible apreciar una modificación notable en la representatividad femenina con un incremento de su participación.

El control, la última y más alta esfera del empoderamiento, es la más compleja de analizar, pues incluye los indicadores precedentes, y abarca varias dimensiones simultáneamente. El control se refiere al ejercicio del poder, lo que incluye la toma de decisiones y el acceso a los recursos, en ámbitos que abarcan el máximo nivel de dirección de un país, y el escenario familiar y doméstico.

Empoderamiento no es más que la adquisición de control de cualquier persona respecto a su vida, definir sus propios roles y su propia agenda y lograr la habilidad de hacer cosas que reafirmen su identidad emancipada y emancipadora. La palabra empoderamiento parece implicar que los que tienen el poder se lo dan a los que no lo tienen. Esto es un error: el poder no se puede dar. Lo que se puede dar es: Poder de decisión a través de leyes, la educación útil, condiciones laborales justas, información oportuna y espacios de influencia e incidencia en la vida pública.

En la gran mayoría de los países de América Latina y el mundo la situación de las mujeres rurales ha sufrido importantes cambios que tienen que ver con transformaciones en el ámbito nacional e internacional. La población femenina, adulta y rural sigue siendo el sector que presenta los más bajos niveles educativos. Esto expresa la fuerte discriminación que enfrentaron en décadas pasadas los pobladores rurales, especialmente las mujeres. Ellas intervienen directamente en la producción de alimentos y son un pilar fundamental de la agricultura familiar, además de ser las responsables de las actividades domésticas y la crianza de los hijos. Los obstáculos fundamentales para su empoderamiento siguen latentes en la sobrecarga de responsabilidades domésticas y de atención a los/as hijos/as, unido a la insuficiente preparación técnica, lo cual disminuye sus posibilidades de transitar a puestos de mayor complejidad y remuneración salarial. En este sentido cabe destacar que ellas son portadoras de conocimientos y saberes populares y tradicionales acerca de la utilización sostenible de los suelos, aguas, calidad y tipología de las semillas y control biológico de plagas, entre otros aspectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceder metodológico de la investigación se sustentó en los paradigmas cuantitativo y cualitativo, sustentado en 5 estudios de casos en los municipios: Abreus, Rodas, Cumanayagua, Cruces y Lajas, correspondiente a los años 2018-2020. En los 5 estudios de casos se presenta como forma productiva principal la asociada a cultivos varios entre los que sobresalen: caña de azúcar, arroz, granos, vegetales, hortalizas y en el caso Cumanayagua el café. Se vinculan a estas formas agroproductivas la tenencia de animales entre ellos: ganado mayor, ganado menor, aves de corral y las meliponas (abejas de la tierra). Los estudios realizados fueron todos exploratorios y descriptivos en los que se aplicaron diferentes técnicas de investigación entre las que se encuentran: entrevistas en profundidad, análisis de documentos y encuestas a familiares y subordinados de las mujeres objeto de estudio.

El objetivo general de la investigación se propuso: Valorar la situación de la mujer en el sector agropecuario de la provincia Cienfuegos y su condición de empoderada.

La muestra que se utilizó fue intencional, 67 mujeres productoras vinculadas a las formas de organización de la producción agropecuaria, que sobresalen por resultados económicos, son identificadas como líderes comunitarias, dirigentes formales en las formas de organización de la producción agropecuaria en Cienfuegos, a todas se les aplicaron entrevistas en profundidad; el test psicológico CAVIAR, en el cual se visualizan los 5 indicadores propuestos para el estudio del empoderamiento.

Para el desarrollo de los resultados investigativos se determinó mostrar los mismos en el siguiente orden: estados de bienestar, el cual se estudió con el test CAVIAR v posteriormente procesado en el paquete estadístico SPSS, se determinó trabajar juntos los indicadores acceso y participación, por su estrecho vínculo; en los casos de estudio el primero implica al segundo y este a su vez condiciona al primero. Los indicadores concientización y control se vinculan a través de 3 dimensiones: personal, relaciones próximas y colectivas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El empoderamiento femenino implica por lo general el desarrollo de la confianza de una mujer en sus propias capacidades y acciones: las mujeres acceden al control de sus propios recursos ya sean materiales o simbólicos y refuerzan sus capacidades y protagonismo en todos los ámbitos, el empoderamiento de las mujeres abarca desde el cambio individual a la acción colectiva, e implica la alteración radical de las estructuras y procesos que reproducen la posición subordinada de las mujeres como género.

En los instrumentos aplicados en esta investigación se pudo constatar que no existen diferencias entre la raza de las mujeres productoras y el 80% de ellas se encuentra en unión consensual. El 70% alcanza el grado de escolaridad de noveno y el 30% técnico medio y la edad promedio es de 56 años de edad.

Existen relaciones intergeneracionales entre mujeres productoras rurales orientadas a la trasmisión de conocimientos y la mejor gestión de los nutrientes del suelo, las formas y ciclos de cultivo, así como las prácticas asociadas a la preparación de suelos y la cría de animales.

El bienestar corresponde a una forma de organizar la vida social, política y económica, es el fruto de las transformaciones que se han ido desarrollando en las diversas esferas de la vida social en la que interviene un conjunto de factores que llevan al sujeto a un estado de satisfacción, por ejemplo: empleo digno, recursos económicos para satisfacer necesidades, vivienda, acceso a la educación y a la salud, tiempo para el ocio, entre otras.

Aunque la noción de bienestar es subjetiva (aquello que es bueno para una persona puede no serlo para otra), el bienestar social está asociado a factores económicos objetivos. Se trata de una condición no observable de manera directa, es a partir de formulaciones como se comprende y se compara de un tiempo o espacio a otro. Dentro de los elementos que intervienen en la satisfacción general las mujeres productoras rurales que se encuentran empoderadas plantean tener confianza en el futuro, mantienen una vida tranquila, olvidando los sucesos desagradables y disfrutando de una manera más plena la vida de forma general en la Figura 1.



Figura 1. Satisfacción general.

Otro de los elementos que se analizan en los estados de bienestar son aquellos que se relacionan con las aspiraciones materiales en las que las entrevistadas afirman poseer una vida material asegurada que se encuentra en correspondencia con un futuro económico sostenible, donde se autoperciben con la vida material asegurada ya que cuentan con lo necesario para vivir en el plano material.

Las mujeres objeto de estudio afirman que el trabajo que realizan les agrada independientemente de la construcción social que existe en la que interviene la división sexual del trabajo y se etiquetan con roles indispensables a mujeres y hombres, condición que se acentúa en el contexto rural, por lo que opiniones relacionadas con la independencia económica y la satisfacción salarial son elementos que se muestran en la Figura 2 y que reafirman empoderamiento de las mujeres productoras rurales de Cienfuegos, las cuales hoy poseen un sostén económico propio y las hace pertenecer al estrato de empoderamiento económico de la mujer rural.

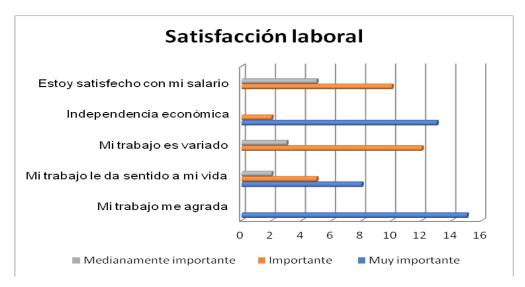


Figura 2. Satisfacción laboral.

La familia en el campo cubano constituye el nodo fundamental en el que intervienen todos los integrantes de la misma y a la que en correspondencia con el género y la edad se le asocian roles a cada uno de sus miembros. No es secreto para nadie los roles tradicionales que deben jugar y cumplir las mujeres en sus familias y a pesar de la sobrecarga evidente en materia de trabajo en el espacio privado y público, las mujeres productoras rurales de la provincia Cienfuegos disfrutan a su familia.

Le atribuyen a lo familiar un valor significativo que justifica sus estados de bienestar y ratifican la ponderación que estas hacen en lo relativo a la satisfacción y los niveles de bienestar alcanzados relacionados con contar con una familia cariñosa, que la comprende, que la siente útil y necesaria, lo que propicia que puedan debatirse temas de cualquier índole sin temor y constituye un aprendizaje significativo el poder repartir las tareas del hogar sin la neceidad de ser sobrecargada; es comprendida y apoyada en cuanto a sus decisiones que se basan en sus necesidades e intereses, lo que la hacen mujeres productoras rurales empoderadas y felices en el hogar. Los argumentos anteriores se muestran en la Figura 3.



Figura 3. Satisfacción familiar.

Como elemento final del test se les pide a las entrevistas que les atribuyan importancia a los diferentes estados de bienestar y/o satisfacción con que cuenta el instrumento. Los resultados se exhiben en la Figura 4. El empoderamiento se incentiva cuando se fomentan la autoconfianza, seguridad en sí misma y asertividad; el poder para tener autoridad para tomar decisiones, realizar cambios y resolver problemas, y la capacidad de organizarse con otras personas para alcanzar una meta común.

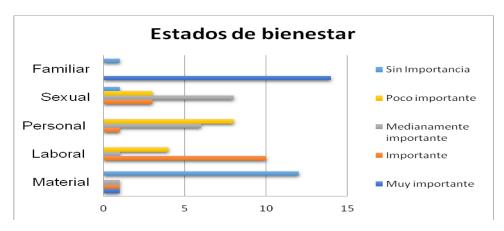


Figura 4. Estados de bienestar.

La ponderación fundamental de las mujeres productoras rurales de la provincia Cienfuegos estuvo en lo relacionado con la familia, con el legado que queda de ellas a través de las futuras generaciones, donde sobresa-len los valores y atributos desde el punto de vista subjetivo y objetivo que se explican a continuación con los otros indicadores que se utilizan para el estudio del empoderamiento de estas mujeres y la forma en la inciden en el desarrollo de su comunidad, desde el propio condicionamiento de los estados de bienestar y cómo son capaces de movilizarse en función del bienestar de sus familias y por ende de su comunidad.

El acceso oportuno a la información proveniente de fuentes independientes a las del gobierno local es de suma importancia, especialmente ahora que muchos gobiernos están devolviendo competencias a los gobiernos locales. La capacidad local de organización, habilidad de la gente para trabajar junta, organizarse y movilizar recursos para solucionar problemas de interés común, tal es el caso de la provincia Cienfuegos. Así como la inclusión la participación y el acceso son elementos fundamentales para evidenciar el empoderamiento de las mujeres productoras rurales.

Las posibilidades reales de participación y acceso por parte de las mujeres de la comunidad en que se desarrollan los casos de estudios, tienen lugar en las asambleas de asociados, en este momento en el que se convocan las plazas vacantes o en fincas vecinas donde se necesite mano de obra calificada, lo que constituye una capacidad de remuneración para la mujer, reforzando su independencia económica. Se realizan además activos de género donde se debaten temas de necesidad para la mujer y su familia. Se crearon comisiones de trabajos de mujeres y familiares, para apoyar siembras, recogidas de cosechas y otras labores como conservas, vinos y manualidades, etc.

Se realizan visitas a productores negados a emancipar a sus esposas y familias, intercambio entre los familiares de las productoras y asociados en general. La capacitación fue otro de los factores importantes en este proceso. Permite un mayor nivel de preparación a favor de la emancipación de la mujer, del dominio de los conocimientos sobre género pues se escogen temas sobre problemas reales. Se imparten preparaciones para hacer manualidades, y otras formas de elaboración y conservación de fruta, hortalizas y vegetales, lo que proporciona nuevas formas de ingresos remunerados y el desarrollo de economías locales y alternativas de desarrollo.

Se realizan actividades festivas en conmemoración a fechas históricas, 8 de marzo, día de las madres, día de los padres, 23 de agosto, aniversario de la FMC, el 15 de octubre, día de la mujer rural y otras. Todos estos resultados se divulgan los resultados por todos los medios de difusión.

Las mujeres objeto de estudio se autoperciben como mujeres trabajadoras, luchadoras, emprendedoras, optimistas, honestas, fuertes, vigorosas, independientes tanto económica como socialmente, con amor propio, confianza en sí mismas, se sienten felices y reconocidas ante su familia y la sociedad. Se sienten auto- reconocidas, al percibir sus necesidades, habilidades, potencialidades y debilidades, cualidades corporales o psicológicas, observar sus acciones, como actúa, por qué actúa y qué siente. Se aceptan como realmente son, en lo físico, psicológico y social; aceptar cómo es su conducta consigo mismo y con los otros. Admiten y reconocer todas las partes de sí mismo como un hecho, como forma de ser y sentir.

Reconocen responsablemente, ecuánime y serenamente aquellos rasgos físicos y psíquicos que las limitan y empobrecen, así como de aquellas conductas inapropiadas y/o erróneas de las que son autoras y consideran que de los errores se aprende en mayor medida que de los propios logros. En general se aceptan a sí mismas plenamente y sin condiciones, ya sea como si no se comporta inteligente, correcta o competentemente, y tanto

si los demás le conceden como si no le conceden su aprobación, su respeto y su amor.

La auto valoración se refleja la capacidad de evaluar y valorar las cosas que son buenas de uno mismo, aquellas que le satisfacen y son enriquecedoras, le hacen sentir bien, le permiten crecer y aprender. Es buscar y valorar todo aquello que le haga sentirse orgullosa de sí misma. Ellas se auto-reconocen son consciente de sus cambios, crean su propia escala de valores, desarrollan y fortalecen sus capacidades y potencialidades, se aceptan y se respetan; están siempre en constante superación, tienen un buen nivel de autoestima, generando la capacidad para pensar y entender, para generar, elegir y tomar decisiones y resolver asuntos de su vida cotidiana, escuela, amigos, familia, etc. Estas féminas son una suma de pequeños logros diarios.

Confían en el funcionamiento de sus mentes, capacidad de pensar, en los procesos por los cuales juzgan, elijen y deciden. En todo momento se muestran ejemplo y conforme se exigen a ellas misma lo hacen para con su familia es por esto que es en la familia donde se van a socializar los sentimientos de amor por su comunidad, por querer la mejoría de todos y para todos.

El empoderamiento, por su carácter transformador, busca no sólo una mejora de la condición de las mujeres a través de la satisfacción de sus intereses prácticos; sino también, una mejora de su posición en las relaciones de género a través de la satisfacción de sus intereses estratégicos.

El empoderamiento, por lo tanto, se entiende como un proceso de superación de la desigualdad de género. Se busca que las mujeres reconozcan que hay una ideología que legitima la dominación masculina y que entiendan que esta ideología perpetúa la discriminación. Si la subordinación ha sido vista por la ideología patriarcal como natural, es difícil que el cambio parta espontáneamente de la condición de subordinación. El tema del empoderamiento ha marcado un nuevo momento histórico para las féminas por lo que ya puede hablarse de empoderamiento femenino, lo que se visualiza en resultados concretos:

El derecho al trabajo se hace realidad en la provincia Cienfuegos a partir de que cada día las mujeres cubanas se van incorporando a sectores como el agropecuario que en épocas pasadas eran preferentemente de hombres y que hoy posicionan la figura femenina.

Las mujeres han recibido las tierras como propietarias o arrendatarias y se les ha facilitado créditos, asistencia técnica, mercado y precios seguros para sus productos, en condiciones de igualdad con los hombres. El nivel cultural general de las dirigentes campesinas ha aumentado y se ha reportado un incremento en el número de mujeres con nivel universitario y nivel medio superior.

La integración de las mujeres campesinas a la ANAP como socias va en incremento, lo cual implica no solo la garantía del trabajo, sino los beneficios de la seguridad social, maternidad y vacaciones.

CONCLUSIONES

Los estudios de género en Cuba prestan especial interés a las dinámicas de interacción que tienen lugar en el campo cubano, donde las mujeres han logrado alcanzar importantes niveles de participación, reconocimiento y toma de decisiones en el espacio público, lo que propicia un empoderamiento de las mujeres productoras rurales.

La investigación realizada, enmarcada dentro de los Estudios de Género, enriquece el estudio de la mujer en el contexto agropecuario cubano actual, este estudio proporciona un cambio en la manera de visualizar el empoderamiento de las mujeres productoras rurales en la provincia Cienfuegos.

El empoderamiento de mujeres productoras rurales se aborda desde 5 indicadores: bienestar, acceso, concientización, participación y control; los que condicionan elementos significativos del desarrollo sostenible en Cienfuegos que contribuyen a la elevación de la calidad de vida, la generación de empleo, el desarrollo de economías locales y el fortalecimiento de las alianzas del entramado social comunitario de la localidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar-Pinto, E. C., Tuñón-Pablos, E., Zapata-Martelo, E., & Evangelista-García, A. A. (2017). Mujeres, empoderamiento y microcrédito. El programa de microempresas sociales de BANMUJER en Chiapas. *Revista Agricultura, Sociedad y desarrollo, 14(3)*.

Bethencourt, L., & Carrillo, M. (2014). Mujeres, empoderamiento y transformaciones socioeconómicas y políticas. Caso municipio Valdez, estado Sucre. *Revista Cuadernos del Cendes*, 31(85), 157-161.

Caram, T. (2004). El empoderamiento de las mujeres rurales cubanas. *Revista OIT.* http://www.bantaba.ehu.es/obs/files/view/Empoderamiento de las mujeres cubanas.pdf?revision%5Fid=68833&package%5Fid=68818

Hernández, A., & Artega, C. (2013). *Gestión integral cooperativa guía para formadores y facilitadores*. MINAG.

Massolo, A. (2006). El desarrollo local y la perspectiva de género. *Revista Agricultura, Sociedad y desarrollo, 5(1).*

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Promoción del empleo productivo y el trabajo decente en áreas rurales. Empoderamiento de la mujer rural en el contexto del programa de trabajo decente. FAO.https://www.fao.org/in-action/capacitacion-politicas-publicas/cursos/ver/es/c/1162250/
- Organización de las Naciones Unidas Unidas. (1995) Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer. Declaración y Plataforma de Acción de Beijing. https://www.unwomen. org/sites/default/files/Headquarters/Attachments/Sections/CSW/BPA S Final WEB.pdf
- Organización de las Naciones Unidas Unidas. (1948). Declaración Universal de los Derechos Humanos. ONU. https://www.un.org/es/documents/udhr/UDHR_booklet_ SP web.pdf
- Organización de las Naciones Unidas Unidas. (1966). Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales. ONU: https://www.ohchr.org/sp/professionalinterest/pages/cescr.aspx
- Organización de las Naciones Unidas Unidas. (1979). Convención sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación contra la Mujer. ONU. https://www.ohchr. org/sp/professionalinterest/pages/cedaw.aspx
- Organización de las Naciones Unidas Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- Organización Internacional del Trabajo. (1999). Programa de Trabajo Decente de la OIT. OIT.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SENTINEL-2 PARA LA COBERTURA VEGETAL DE LA ZONA ANDINA DE LA PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR

MULTITEMPORAL ANALYSIS OF SENTINEL-2 IMAGES OF THE VEGETATION COVER OF THE ANDEAN ZONE IN THE PROVINCE OF EL ORO, ECUADOR

John Israel Castro Lema¹

E-mail: jicastro_est@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5137-7818

Angel Eduardo Luna Romero¹ E-mail: aeluna@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4311-9445

Salomón Alejandro Barrezueta Unda¹ E-mail: sabarrezueta@utmachala.edu.ec ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4147-9284

Diego Ricardo Villaseñor Ortiz¹

E-mail: dvillasenor@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5646-4451

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Castro Lema, J. I., Luna Romero, A. E., Barrezueta Unda, S. A., Villaseñor Ortiz, D. R. (2021). Análisis multitemporal de imágenes sentinel-2 para la cobertura vegetal de la zona andina de la provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 23-29.

RESUMEN

La zona andina de la provincia de El Oro (ZAEO), pertenece a la región sur del Ecuador, que se caracteriza de una gran variabilidad y diversidad biológica. El objetivo de este estudio fue analizar los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo en la ZAEO. Se usó dos imágenes Sentinel-2 (MSI) de nivel 1C, para el periodo 2017-2020. Se realizó una clasificación supervisada de máxima verosimilitud, en un rango altitudinal desde los 900 a 3900 msnm, usando 4 de las 6 clases de nivel 1 propuestas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, para cada clase se elaboró 16 áreas de entrenamiento (ROI). Se obtuvo una precisión general de 0.855 para el 2017 y de 0.944 para el 2020. Se utilizó 120 pixeles para la elaboración de la matriz de confusión, donde el índice Kappa para el 2017 fue de 0.6870, mientras que para el 2020 fue de 0.9058. Por último, la tasa de cambio entre el 2017 y 2020, se registraron incrementos en las clases: bosques (BO), zona antrópica (ZA) y vegetación arbustiva y herbácea (VAH), con valores de 43.90%, 9.52% y 4.22%, respectivamente, mientras que tierra agropecuaria (TA) registró pérdidas del 9.43%.

Palabras clave:

Cobertura vegetal, Sentinel, zona andina, índice Kappa.

ABSTRACT

The Andean zone in the province of El Oro (ZAEO) belongs to the southern region of Ecuador, which is characterized by great variability and biological diversity. The objective of this study was to analyze changes in vegetation cover and land use in the ZAEO. Two Sentinel-2 (MSI) level 1C images were used, for the period 2017-2020. A supervised maximum likelihood classification was performed, in an altitudinal range from 900 to 3900 masl, using 4 of the 6 level 1 classes proposed by the Ministry of Environment of Ecuador, for each class 16 training areas (ROI) were elaborated. An overall accuracy of 0.855 was obtained for 2017 and 0.944 for 2020. 120 pixels were used for the elaboration of the confusion matrix, where the Kappa index for 2017 was 0.6870, while for 2020 it was 0.9058. Finally, the rate of change between 2017 and 2020, increases were recorded in the classes: forest (BO), anthropic zone (ZA) and shrub and herbaceous vegetation (VAH), with values of 43.90%, 9.52% and 4.22%, respectively, while agricultural land (TA) recorded losses of 9.43%.

Keywords:

Vegetation cover, Sentinel, Andean zone, Kappa index.

INTRODUCCIÓN

En la evaluación de cambios en los ecosistemas, el uso del suelo (US) y la cobertura vegetal (CV) son indicadores muy importantes que permiten estimar las modificaciones ambientales, como lo es la pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, estabilidad ambiental, entre otros procesos biofísicos, estrechamente vinculados con el impacto ambiental, estos efectos negativos implican alteraciones tanto en los recursos naturales como socioeconómicas. Sin embargo, la estimación oportuna de los cambios de CV y US, permite la formulación de una serie de planes estratégicos para la gestión y conservación ambiental (Yu, et al., 2016).

La intervención de las actividades antropogénicas y el cambio climático, son factores que a nivel mundial han sido considerados como principales componentes en el desbalance ambiental; la actividad agrícola ha expandido el territorio para la producción, que ha provocado un impacto negativo en los hábitats terrestres y acuáticos, el aumento de la desertificación, un cambio significativo en los recursos hídricos, entre otras consecuencias que alteran la compleja e intrínseca relación suelo-agua-planta; en un escenario crítico (deforestación) la temperatura superficial aumenta al igual que el albedo, disminuye la tasa de evapotranspiración que provoca una disminución en la humedad y reciclaje de las lluvias (Zhou, et al., 2017) with the greatest increases in tropical developing nations. This growth, in concert with rising per-capita consumption, will require large increases in food and biofuel production. How will these megatrends affect tropical terrestrial and aquatic ecosystems and biodiversity We foresee (i.

En Ecuador, existe una gran diversidad de ecosistemas, que lo convierte en uno de los países más megadiversos a nivel global, esto debido a la presencia de la cordillera de los Andes (barrera natural que bloquea los vientos) que da origen a diferentes tipos de climas y pisos altitudinales, y definen la diversidad de la vegetación (Bravo-Velásquez, 2014)toxic chemical products formed as secondary metabolites by a few fungal species that readily colonise crops and contaminate them with toxins in the field or after harvest. Ochratoxins and Aflatoxins are mycotoxins of major significance and hence there has been significant research on broad range of analytical and detection techniques that could be useful and practical. Due to the variety of structures of these toxins, it is impossible to use one standard technique for analysis and/ or detection. Practical requirements for high-sensitivity analysis and the need for a specialist laboratory setting create challenges for routine analysis. Several existing analytical techniques, which offer flexible and broad-based methods of analysis and in some cases detection, have been discussed in this manuscript. There are a number of methods used, of which many are lab-based, but to our knowledge there seems to be no single technique that stands out above the rest, although analytical liquid chromatography, commonly linked with mass spectroscopy is likely to be popular. This review manuscript discusses (a. La zona de planificación 7 (ZP7) (conformada por las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe), es una de las regiones con alta variabilidad y diversidad biológica, que resalta los diferentes ecosistemas desde las costas del Océano Pacífico hasta la selva amazónica (Aguirre, et al., 2015).

En los últimos años se ha impulsado proyectos, a escala local, nacional e internacional, orientados a la actualización de información confiable acerca de la CV y US (Borràs, et al., 2017). Por esta razón, los estudios han sumado constantemente los avances tecnológicos fundamentado en la necesidad de contar con información continua y de buena resolución espacio-temporal; la adquisición y uso de diferentes productos satelitales fortalecen las estrategias de gestión del territorio (Topaloğlu, et al., 2016; Borràs, et al., 2017).

Entre las imágenes más utilizadas en las investigaciones de cambio de CV y US destacan: Landsat que es un programa de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés); y, Sentinel-2 (S-2) que es desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA, por sus siglas en inglés) que pertenece al programa Copernicus; ambos productos están disponibles en plataformas digitales con versiones actualizadas de sensores, OLI (Operational Land Imager) para Landsat 8 y MSI (MultiSpectral Instrument) para S-2 (Sekertekin, et al., 2017; Claverie, et al., 2018).

Landsat y Sentinel difieren en la resolución espacial, 30 m y 10 m, respectivamente. Topaloğlu, et al. (2016), evaluaron la precisión de Landsat 8 y S-2 en la clasificación de CV y US; por medio de la clasificación supervisada de máxima verosimilitud (MLC, por sus siglas en inglés) y Máquina de Vector de Soporte (SVM, por sus siglas en inglés), donde S-2 fue resampleado a 30 m; entre los resultados destaca la precisión en la clasificación sobre Landsat 8 tanto para el método de MLC (76,40%) como para SVM (84,17%); además, mencionan que S-2 no pierde la eficiencia de sus datos con el resampleo.

En Ecuador, Haro-Carrión & Southworth (2018), realizaron un análisis multitemporal donde utilizaron imágenes Landsat 5 (Thematic mapper [TM]), Landsat 7 (Enhanced Thematic Mapper [ETM+]) y Landsat 8 (OLI), con el objetivo de identificar los cambios de cobertura forestal en un bosque tropical seco de la costa ecuatoriana en el periodo 1990-2015, con el uso de random forest como clasificación supervisada, donde se determinó que en 25 años se ha perdido alrededor del 50% del bosque presente en 1990.

Un estudio realizado en la región sur-andina del Ecuador, analiza los cambios de CV y US derivado de imágenes Landsat de los sensores TM, ETM+ y OLI para los años 1989, 2001 y 2013-2016, respectivamente, adquiridas en el periodo seco; mediante la clasificación SVM lograron determinar que las 2 clases más importantes (bosque montano y vegetación de páramo) no presentaron cambios en el periodo 1989-2016; además, mencionan que entre 1989 y 2001 los incendios y la expansión ganadera fueron temas de preocupación, aun así, no alteraron significativamente la composición de las coberturas (López, et al., 2020).

Landsat es el programa más utilizado en los estudios acerca del comportamiento de la CV y US en Ecuador. Sin embargo, S-2 ha demostrado superioridad en estudios realizados en otras latitudes con menor presencia de nubosidad, dado que puede generar mayor confiabilidad en los análisis de CV y US por su resolución espacial y temporal. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue analizar los cambios de la cobertura vegetal en el periodo 2017-2020, usando imágenes Sentinel-2 en la zona andina de la provincia de El Oro, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es la zona andina de la provincia de El Oro (ZAEO), la provincia forma parte de la ZP7 en la región sur del Ecuador (Figura 1). El Oro tiene una superficie aproximada de 5879 km2 formada por catorce cantones, abarcan parte de la región costa, sierra e insular; limita al norte con las provincias del Guayas y Azuay, al sur y al este con Loja y al oeste con el Océano Pacífico, sus principales fuentes de ingresos son: la agricultura (cultivo de banano y cacao), la pesca, el turismo y la minería (Hidalgo & Suárez, 2017).

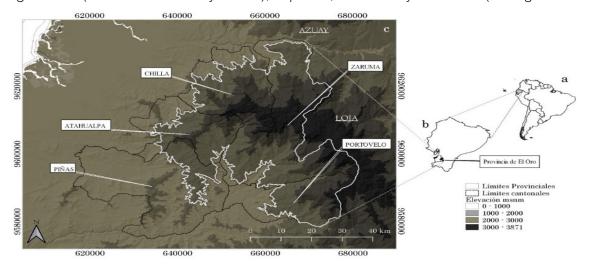


Figura 1. Ubicación de la ZAEO, (a) Ubicación del Ecuador en el sur de América, (b) Ubicación de la provincia de El Oro en el Ecuador, (c) Ubicación de la ZAEO. Se denota el área de estudio delimitado con línea de color blanco.

La ZAEO está formada por los cantones Piñas, Zaruma, Atahualpa, Chilla y Portovelo, esta zona se caracteriza por albergar una alta variedad de ecosistemas ubicados en un rango altitudinal de 1100 a 3900 msnm en el cual se encuentran los bosques montanos bajos posicionados en el sur de las estribaciones occidentales en la cordillera de los Andes hasta los bosques montanos altos y páramos, predominando el clima frío y húmedo; la ZAEO se ve amenazada por factores antropogénicos de alta importancia (avance de la frontera agrícola y la minería) (Soares, 2015).

Las formación de nubes en toda la zona Ecuatoriana es muy frecuente, esto sucede ya que el país se encuentra en la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), teniendo como efecto una reducción considerable de horas sol (Mestanza-Ramón, et al., 2020). Asimismo, Cobos, et al. (2021), mencionan una fuerte presencia de nubes por debajo de los 900 msnm, mientras que en la zona andina la nubosidad es parcial. Por tanto, el área de estudio se delimitó entre los 900 a 3900 msnm.

Se utilizó una imagen de modelo digital de elevación (DEM, por sus siglas en inglés) disponibles en la colección Aster con una resolución 30 m; se generaron curvas de nivel cada 100 metros para la identificación y delimitación del área de estudio dentro del rango de elevación de los 900 a 3900 msnm, como se menciona en acápite anterior; con este rango de elevación, se minimizó la incidencia de nubes, considerada una fuerte limitante en el uso de imágenes de satélite para diversas investigaciones (Cobos, et al., 2021).

Las imágenes usadas en la investigación fueron adquiridas desde S-2, misión que ofrece información cuasi-actual en un intervalo de 5 días, gracias a la constelación de sus satélites (A y B), y a su resolución espacial

media-alta (Borràs, et al., 2017). Se adquirieron 2 imágenes del nivel 1C, que corresponden a las fechas 18-11-2017 y 04-08-2020, estas imágenes están compuestas por 13 bandas espectrales con una resolución radiométrica de 12 bits y una resolución espacial específica para cada banda, es decir, resolución de 10 m para las bandas 2, 3, 4 y 8; resolución de 20m para las 5, 6, 7, 8, 11 y 12; y resolución de 60 m para las bandas 1, 9 y 10. Para la búsqueda de las imágenes se consideró el criterio de nubosidad, se aplicó un filtro de <35% de nubes en toda la escena y así obtener productos satelitales dentro del periodo seco en las dos fechas de estudio.

Se utilizó el mapa temático del CV y US del 2016 propuesto por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), se manejó la categoría de nivel 1 como referencia para las áreas de entrenamiento, donde las clases de cobertura son: bosque (BO), cuerpos de agua (CA), otras tierras (OT), tierra agropecuaria (TA), vegetación arbustiva y herbácea (VAH) y zona antrópica (ZA).

Para el análisis multitemporal de S-2, se utilizó la clasificación supervisada de máxima verosimilitud (MLC), clasificador que se basa en que un pixel pertenezca a una clase particular (Mohajane et al., 2018), utilizando un algoritmo fundamentado en la ecuación bayesiana

$$D = ln(ac) - [0.5 ln(|Covc|)] - [0.5(X-Mc) T (Covc - 1) (X-Mc)]$$

donde D es la distancia ponderada (probabilidad); c es una clase particular; X es el vector de medición del píxel candidato; Mc es el vector medio de la muestra de clase c; ac es el porcentaje de probabilidad de que cualquier píxel candidato sea miembro de la clase c (el valor predeterminado es 1.0 o se ingresa a partir del conocimiento a priori); Covc es la matriz de covarianza de los píxeles en la muestra de la clase c; |Covc| es el determinante de Covc (álgebra matricial); Covc - 1 es el inverso de Covc (álgebra matricial), In es la función logaritmo natural; y T es la función de transposición (álgebra matricial).

Se utilizó el plugin de la Clasificación Semi-Automática (SCP, por sus siglas en inglés), ubicado en el entorno de QGIS. Se contrastó la cartografía temática propuesta por el MAE del 2016, con fines de exploración visual, tanto para la imagen del 2017 como para el 2020, se manejó la combinación de bandas espectrales (9, 8 y 4), esta combinación se denomina como análisis de la vegetación (AV) (Figura 2), que permitió la comparación visual previa a la clasificación supervisada. Donde se pudo determinar que dos clases propuestas por el MAE (CA Y OT) no se encontraron dentro del área de estudio.

La clasificación MLC se realizó en dos etapas; la primera etapa consistió en el entrenamiento de las regiones de interés, donde se realizó 16 polígonos (ROI) para cada una de las 4 clases (BO, TA, VAH Y ZA) que fueron posibles identificar. A las imágenes se le aplicó una extracción por máscara, con el fin de maximizar el tiempo computacional y minimizar las zonas de nubosidad, por consiguiente, eliminar sesgo en los resultados de la clasificación. Para la validación, la cual corresponde a la segunda etapa, se trabajó con un algoritmo que integra valores o pixeles de forma aleatoria, para lo cual se elaboraron 120 pixeles con un nivel de confianza del 95% denominándose como matriz de confusión, facilitando el proceso del cálculo de la precisión general (Pg) y el índice Kappa (K).

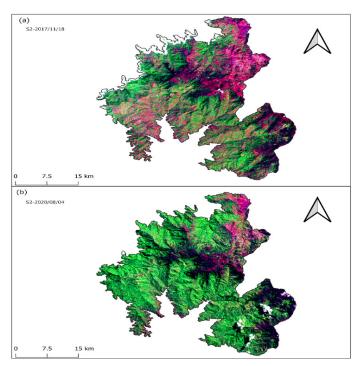


Figura 2. Composición de bandas 9,8 y 4 (análisis de vegetación [AV]) en S-2, (a) AV en la fecha 18-11-2017; (b) AV en la fecha 04-08-2020.

La Pg se determinó mediante el uso de la siguiente ecuación, siendo una de las medidas de precisión más utilizadas debido a que clasifica correctamente el porcentaje de píxeles, teniendo en consideración que una clasificación es precisa cuando la Pg se encuentra en un valor de al menos 85% (Brovelli, et al., 2015). Donde, q es el número de las clases, n., son los elementos diagonales y N representa el número total de píxeles que han sido considerados.

$$Pg = (\sum_{i=1}^{q} nii)/N$$

También se utilizó el índice Kappa propuesto por Congalton (1991), como se describe en la siguiente ecuación, que evalúa la precisión en la clasificación, donde el resultado se evalúa de acuerdo a una clasificación categórica, recalcando que aquellos resultados más cercanos a 1 demuestran una buena concordancia en su clasificación (Borràs, et al., 2017). Donde, r es número de filas de matriz de error, N es número total de píxeles, X_{ii} es el número de píxeles en filas i y columnas i, X_{i+} y X_{+i} corresponde a los valores marginales de las filas i y columnas i, respectivamente.

$$k = [N\sum_{i=1}^{r} X_{ii} - \sum_{i=1}^{r} (X_{i+} * X_{+i})]/[N^{2} - \sum_{i=1}^{r} (X_{i+} * X_{+i})]$$

Para determinar la variación de CV y US, se calculó la tasa de cambio (δ), mediante la siguiente ecuación propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (1996), siendo la medida de porcentaje por el cual estará representada. Donde, S1 es la superficie de la cobertura al inicio del periodo, S2 es la superficie de la cobertura al final del periodo y n el número de años entre las dos fechas.

 $Z=[(S2/S1) \wedge (1/n)-1]*100$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los resultados de la clasificación MLC, se obtuvieron 2 mapas temáticos con la clasificación en forma categórica, tanto para el 2017 como para el 2020, donde se muestran las clases de nivel 1 propuestas por el MAE. Para cada imagen se elaboró una matriz de confusión, la Tabla 2 corresponde al 2017, y la Tabla 3, se detalla la matriz para el 2020, información necesaria para la validación de la clasificación MLC.

De acuerdo con Borràs, et al. (2017), los valores colocados en forma diagonal en la matriz, muestran el número de píxeles reales conjuntamente con los de la clasificación que pueden coincidir por categoría; mientras que los valores restantes en la matriz, son aquellos que se confunden con otras categorías. Los valores de Pg para S-2 en el 2017 fue 0.855 mientras que para el 2020 alcanzó 0.944, entrando en el rango de evaluación precisa propuesto por Brovelli, et al. (2015). Estos valores de Pg mostraron similitud con el estudio de Haro-Carrión & Southworth (2018), donde estudió el comportamiento de la CV y US considerando el periodo seco. Por otro lado, los resultados del índice Kappa para el 2017 fue 0.6870, generando cierto grado de incertidumbre, puesto que se encuentra cerca de la media en el rango de confiabilidad establecido por Borràs, et al. (2017), esto se puede corroborar en la tabla 2, donde los pixeles de la clase BO se confunden con los pixeles de otras clases, y para el 2020 0.9058, que concuerdan con los resultados del índice expuestos por el Ministerio del Ambiente (2012).

Tabla 2. Matriz de confusión para S-2, para la fecha 18-11-2017 correspondiente al mapa de clasificación. Se puede apreciar las clases de bosques (BO), tierra agropecuaria (TA), vegetación herbácea y arbustiva (VAH) y zona antrópica (ZA).

Clase	ВО	TA	VAH	ZA	Total
во	24	5	1	0	30
TA	3	26	1	0	30
VAH	4	1	25	0	30

ZA	0	1	0	29	30
Total	31	33	27	29	120

Tabla 3. Matriz de confusión para S-2, en la fecha 04-08-2020 correspondiente al mapa de clasificación. Se puede apreciar las clases de bosques (BO), tierra agropecuaria (TA), vegetación herbácea y arbustiva (VAH) y zona antrópica (ZA).

Clase	ВО	TA	VAH	ZA	Total
во	28	2	0	0	30
TA	0	29	0	1	30
VAH	1	2	27	0	30
ZA	0	5	6	19	30
Total	29	38	33	20	120

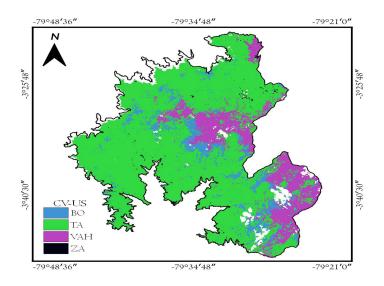


Figura 3. Cobertura vegetal (CV) y uso de suelo (US), con clasificación de nivel 1 de la cartografía del Ministerio del Ambiente del Ecuador, correspondiente a S-2 (fecha: 17-11-2017).

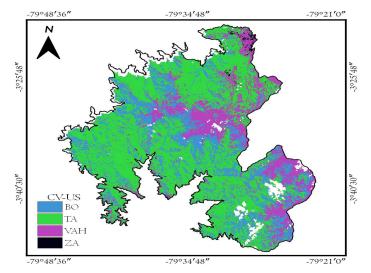


Figura 4. Cobertura vegetal (CV) y uso de suelo (US), con clasificación de nivel 1 de la cartografía del

Ministerio del Ambiente del Ecuador, correspondiente a S-2 (fecha: 04-08-2020).

La δ para las clases elaboradas entre el 2017 y 2020 (Figuras 3 y 4), detallada en la Tabla 4, se calcularon a partir de los resultados de la clasificación MLC representadas en mapas temáticos en forma categórica, y la superficie está presentada en unidades de hectáreas (ha).

Tabla 4. Tasa de cambio para las coberturas: bosques (BO), tierra agropecuaria (TA), vegetación herbácea y arbustiva (VAH) y zona antrópica (ZA), que corresponden al periodo 2017-2020.

	Superfi	_	
Clase	2017	2020	δ
во	10547.220	31427.52	43.90
TA	91538.890	68004.41	-9.43
VAH	19985.270	22624.41	4.22
ZA	460.120	604.52	9.52

CONCLUSIONES

Es necesario mencionar que, en el Ecuador, la principal limitante en el uso de imágenes es la fuerte presencia de nubes en la zona de convergencia intertropical. Por lo tanto, la zona de estudio se delimitó entre los 900 a 3900 msnm. La CV y US en la ZAEO ha experimentado cambios considerables desde el 2017 al 2020. Con la clasificación MLC se obtuvo una Pg mínimo de 0.855 y un índice Kappa mínimo de 0.6870. Por último, la tasa de cambio entre el 2017 y 2020, se registraron incrementos en las clases: BO, ZA v VAH, con valores de 43.90%, 9.52% y 4.22%, respectivamente, mientras que TA registró pérdidas del 9.43%.

Cabe mencionar, que el índice Kappa obtenido para el 2017 genera un grado de incertidumbre, dado que algunos pixeles de la cobertura BO se distribuyen entre las categorías TA y VAH, es decir la superficie de BO se pudo subestimar y sobreestimar las otras coberturas. Asimismo, el 43.90% de la tasa de cambio que corresponde a BO, puede ser un valor sobreestimado para el periodo de tiempo analizado entre imágenes, se puede atribuir a la confusión de la clasificación de pixeles entre las coberturas BO, TA y VAH del 2017. Se recomienda utilizar otras técnicas de clasificación supervisada de imágenes Sentinel 2 y evaluar entre las misma, para identificar que técnica es la más apropiada para la zona con la finalidad de minimizar el sesgo en futuras investigaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, N., Eguiguren, P., Maita, J., Coronel, V., Samaniego, N., Ojeda, T., & Aguirre, Z. (2015). Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9).
- Borràs, J., Delegido, J., Pezzola, A., Pereira, M., Morassi, G., & Camps-Valls, G. (2017). Clasificación de usos del suelo a partir de imágenes sentinel-2. Revista de Teledeteccion, (48), 55-66.
- Bravo-Velásquez, E. (2014). La biodiversidad en el Ecuador. Abya-Yala/UPS.
- Brovelli, M. A., Molinari, M. E., Hussein, E., Chen, J., & Li, R. (2015). The first comprehensive accuracy assessment of globel and 30 at a national level: Methodology and results. *Remote Sensing*, 7(4), 4191–4212.
- Claverie, M., Ju, J., Masek, J. G., Dungan, J. L., Vermote, E. F., Roger, J. C., Skakun, S. V., & Justice, C. (2018). The Harmonized Landsat and Sentinel-2 surface reflectance data set. Remote Sensing of Environment, 219, 145-161.
- Cobos Anguisaca, J. D., Luna Romero, Á. E., Barrezueta Unda, S. A., & Jaramillo Aguilar, E. E. (2021). Análisis multi- temporal de cambios de cobertura y uso del suelo: cuenca del río jubones, Ecuador. Revista Científica Agroeco- sistemas, 9(1), 114-121.
- Congalton, R. G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment, 37(1), 35-46.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2012). Línea base de deforestación del Ecuador continental. http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto mapa-parte1.pdf
- Hidalgo, Á. E., & Suárez Capello, M. (2017). El Oro: perfil provincial y patrimonio. In Guía de bienes culturales del Ecuador. Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Haro-Carrión, X., & Southworth, J. (2018). Understanding land cover change in a fragmented forest landscape in a biodiversity hotspot of coastal Ecuador. Remote Sensing, 10(12), 1–21.
- López, S., López-Sandoval, M. F., Gerique, A., & Salazar, J. (2020). Landscape change in Southern Ecuador: An indicator-based and multi-temporal evaluation of land use and land cover in a mixed-use protected area. Ecological Indicators, 115, 1–14.
- Mestanza-Ramón, C., Pranzini, E., Anfuso, G., Botero, C. M., Chica-Ruiz, J. A., & Mooser, A. (2020). An Attempt to characterize the "3S" (sea, sun, and sand) parameters: Application to the galapagos islands and continental ecuadorian beaches. Sustainability (Switzerland), 12(8) (3468), 1-19.

- Mohajane, M., Essahlaoui, A., Oudija, F., Hafyani, M. El, Hmaidi, A. El, Ouali, A. El, Randazzo, G., & Teodoro, A. C. (2018). Land use/land cover (LULC) using landsat data series (MSS, TM, ETM+ and OLI) in azrou forest, in the central middle atlas of Morocco. *Environments MDPI*, *5*(12), 1–16.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1996). Forest Resources Assessment 1990: Survey of Tropical Forest Cover and Study of change processes (Vol. 130). http://www.fao.org/3/w0015e/W0015E02.htm
- Sekertekin, A., Marangoz, A. M., & Akcin, H. (2017). Pixel-based classification analysis of land use land cover using Sentinel-2 and Landsat-8 data. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences ISPRS Archives*, 42(4), 91–93.
- Soares, A. P. (2015). Anfibios, reptiles y aves de la provincia de El Oro. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.
- Topaloğlu, R. H., Sertel, E., & Musaoğlu, N. (2016). Assessment of classification accuracies of Sentinel-2 and Landsat-8 data for land cover/use mapping. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences ISPRS Archives, 41(B8), 1055–1059.
- Yu, W., Zhou, W., Qian, Y., & Yan, J. (2016). A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method. *Remote Sensing of Environment*, 177, 37–47.
- Zhou, W., Li, J., & Yue, T. (2017). Grassland degradation remote sensing monitoring and driving factors quantitative assessment in China from 1982 to 2010. *Ecological Indicators*, 83, 303–313.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUE-LO EN ÁREAS PRIORITARIAS DE LA RESERVA ECOLÓGICA ARENI-LLAS

A STUDY OF THE CHEMO-PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL IN PRIORITY AREAS OF ARENILLAS ECOLOGICAL RESERVE

Jaime Enrique Maza Maza¹

E-mail: jemaza@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4845-5165

Arturo Widberto Sánchez Asanza¹ E-mail: asanchez@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5702-7234

Hugo Enrique Añazco Loaiza¹ E-mail: hanazco@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6090-7155

Jaime Arturo García Ochoa1

E-mail: jagarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7846-1400

1 Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Maza Maza, J. E., Sánchez Asanza, A. W., Añazco Loaiza, H. E., & García Ochoa, J. A. (2021). Estudio de las características físico-químicas del suelo en áreas prioritarias de la reserva ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 30-40.

RESUMEN

El bosque seco tropical de la Reserva Ecológica Arenillas (REAR), constituye una de las áreas protegidas del Ecuador con mayor número de especies florísticas y faunísticas endémicas, siendo vital para la conservación en el país. Lamentablemente se han visto amenazada por el hombre, desconociéndose los procesos y alteraciones que estarían provocando en el funcionamiento del suelo y otros recursos. El analizar las características físicas y químicas del suelo en las zonas de restauración activa Norte y Sur de la REAR, fue el objetivo de la investigación. El estudio se efectuó principalmente en las áreas prioritarias de restauración forestal establecidos por el Ministerio de Ambiente y Agua (MAAE), en donde se valoraron ocho puntos de muestreos situados en la zona Norte y Sur de la reserva. Los resultados demostraron que los suelos de las ZRAN de Camaroneras y ZRAS de Ardilla Sabanera tienen un alto grado de influencia con respecto a los parámetros físicos y químicos, esto debido a la heterogeneidad y características edafológicas diferentes de cómo se presentan, cambios que han ido evolucionando por procesos de carácter aluvial, coluvio-aluvial y depósitos salinos, llegando a constituirlos en suelos de tipo mineral, a excepción de la ZRAN-01 que fue de tipo orgánico.

Palabras clave:

Suelo, parámetros físicos-químicos, reserva ecológica Arenillas, conservación.

ABSTRACT

The tropical dry forest of the Arenillas Ecological Reserve (REAR) is one of Ecuador's protected areas with the largest number of endemic flora and fauna species, and it's conservation is vital for the country. Unfortunately, it has been threatened by man, and the processes and alterations that this has caused in the functioning of the soil and other resources are unknown. The objective of the research was to analyze the physical and chemical characteristics of the soil in the northern and southern active restoration zones of the REAR. The study was carried out mainly in the priority areas of forest restoration established by the Ministry of Environment and Water (MAAE), where eight sampling points located in the northern and southern zones of the reserve were evaluated. The results showed that the soils of the Shrimp Farm ZRAN and Sabanera Squirrel ZRAS have a high degree of influence with respect to physical and chemical parameters, due to the heterogeneity and different edaphological characteristics of how they are presented, changes that have evolved by processes of alluvial, colluvial-alluvial and saline deposits, becoming mineral type soils, with the exception of ZRAN-01 which was of organic type.

Keywords:

Soil, chemo-physical parameters, Arenillas ecological reserve. conservation.

INTRODUCCIÓN

Las áreas naturales protegidas a nivel mundial son estrategias determinantes, orientadas a la conservación de algunas especies al actuar como islas de refugio o islas en extinción (Espinosa, et al., 2016). Adicionalmente, mitigan y previenen las consecuencias provocadas por el cambio de uso del suelo, siendo este fenómeno el responsable de la pérdida de integridad funcional de los ecosistemas (Vitousek, et al., 1997).

El recurso suelo es un factor imprescindible en el funcionamiento de las áreas protegidas, lo que hace importante analizar las características físico-químicas del suelo debido a las alteraciones que se están produciendo dentro de estos ecosistemas frágiles, teniendo en cuenta que son el soporte y suministro de nutrientes de las plantas. Cantú & Yáñez (2018), señalan que "el cambio de uso de suelo puede alterar, radicalmente, la cubierta vegetal aun en lapsos de tiempo breves, lo que provoca alteraciones en las propiedades físicas, químicas y microbianas del suelo" (p. 124). Es fundamental no considerar al suelo como un recurso netamente productivo sino desde la perspectiva de un componente socio-ambiental que reemplaza a la visión económica.

En 1976 el Gobierno Ecuatoriano crea el Sistema Nacional de Áreas Protegidas como estrategia para conservar la integridad ecológica y la biodiversidad de sus ecosistemas, Sin embargo, normalmente estas áreas se encuentran rodeadas por actividades de uso intensivo del suelo (Morcatty et al., 2013), siendo uno de ellos la Reserva Ecológica Arenillas (REAR), donde además las presiones climáticas secas y ventosas han sido un factor de riesgo para la zona. La REAR, es una de las áreas protegidas más importantes del Suroccidente del Ecuador, su gran diversidad de vegetación xerofita y riqueza faunística han sido los factores principales para su conservación. Actualmente cuentan con un plan de manejo (PM) que lo han zonificado de acuerdo a sus características ecológicas, antrópicas y al uso del suelo (Ministerio del Ambiente, 2015), que tiene como propósito mitigar y proteger los sectores que ha sido y están siendo sometidos por la fuerte presión del hombre, especialmente en la zona Norte y Sur de la reserva, que de acuerdo a sus características son de fácil acceso para el asentamiento y de actividades acuícolas y agropecuarias.

Los bosques que se encuentran ubicados en zonas relativamente pobladas, muchas veces poseen suelos aptos para cultivos y por tal razón han sido intervenidos y destruidos mucho más que los bosques húmedos. En general todos los ecosistemas enfrentan esta amenaza, pero es el bosque estacionalmente seco uno de los más impactados por este fenómeno (Miles, et al., 2006). Por tal motivo las estrategias para su protección, gestión y conservación requieren un conocimiento profundo de los elementos y procesos del ecosistema. Sin embargo, estas tácticas se dificultan en la mayoría de los bosques al no contar con suficiente información científica sobre las características morfológicas del suelo.

En este contexto, el presente estudio se plantea el disponer información básica del recurso suelo sobre las áreas prioritarias de restauración forestal de la REAR indicadas por el Ministerio del Ambiente, Agua (MAAE), teniendo como objetivo de la investigación el analizar las características físicas y químicas del suelo en las zonas de restauración activa Norte y Sur de la reserva. Posterior al análisis de los resultados se determinó la variabilidad y dinámica correlacional de los elementos físico-químicos en el suelo, permitiendo de esta manera considerar parámetros importantes en el desarrollo, preservación y restauración de la vegetación y la tierra, recursos que ayudaran a la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos, la gestión y conservación de los bosques secos.

Este estudio fue realizado gracias a la autorización de investigación científica, proyecto denominado "Estimación de las propiedades físicas y químicas de suelos con enfoque ecosistémico de la zona de restauración en la Reserva Ecológica Arenillas" de fecha 14 de agosto de 2017. Nº 007-2017-IC-S-DPAEO-MAE emitida por la Dirección Provincial del Ambiente de El Oro, a quienes los autores agradecen su apoyo. Asimismo, a los técnicos de la Reserva Ecológica Arenillas por su acompañamiento en el proyecto investigativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Reserva Ecológica Arenillas "REAR" (Figura 1, c), perteneciente a la provincia de El Oro (Figura 1, a), cantón Arenillas (Figura 1, b), según su mapa y registro oficial la reserva posee una extensión de 13.170,025 ha y se encuentra definida en cuatro zonas de manejo; zona de uso restringido, uso público y turismo, protección estricta y de restauración (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2015).

De acuerdo al análisis del estudio, la investigación se centra en la zona de restauración con una extensión de 9.175,59 ha (Figura 1, d), por sus características ecológicas esta área se fragmenta en dos bloques; Restauración Pasiva (RP) y Restauración Activa (RA), en la primera no se permite realizar actividades de mantenimiento, su restauración es de forma natural. En cambio, en la RA por su radical transformación del suelo, provocado por la explotación del hombre, a través de las actividades agrícolas, extracción de madera, cultivo de camarón, fabricación de ladrillos y turismo informal, se permite la intervención de elementos

naturales o sintéticos que promuevan la recuperación del suelo y biodiversidad, siendo este bloque el interés primordial de la investigación.

El bloque de RA comprende áreas altamente degradadas que en la actualidad siguen siendo sujetas de presión, identificadas claramente en los sectores Norte donde la actividad camaronera privada cada vez gana terreno y al Sur en donde los asentamientos humanos colindantes buscan quitar espacio forestal mediante el establecimiento de las actividades agropecuarias. Bajo este contexto, y con el propósito de estudiar las áreas mayormente afectadas para una futura recuperación, se consideró el mapa de áreas prioritarias de restauración forestal, obtenido del Portal Único de MAAE, permitiendo identificar y determinar la extensión de estudio de 216 ha (Figura 1, d).

El área de estudio presenta varias formaciones geológicas entre las que destacan; Depósito Aluvial de Estero, Aluvión Terciario Superior- Pleistoceno y Serpentinita "El Toro" (Cretácico). El clima se diferencia en los dos sectores, al Norte corresponde a cálida árida con una precipitación menor a 350 mm/año, al Sur con cálida seca con una precipitación que fluctúa de 500–1000 mm/año, el promedio de temperatura es de 24 °C.

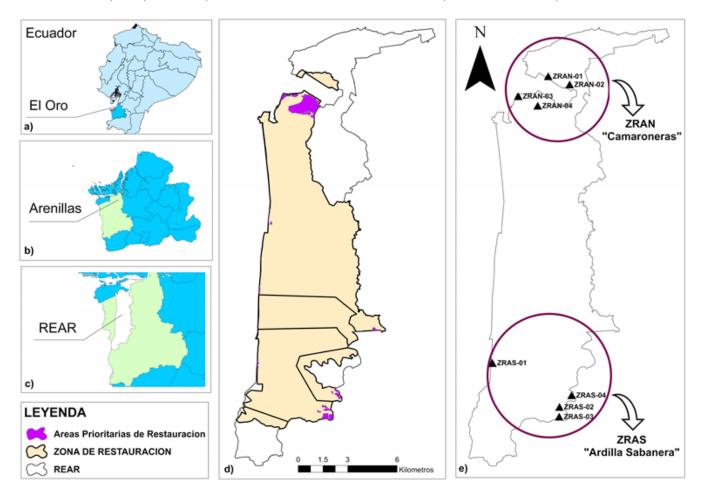


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio; a) El Oro-Ecuador, b) Arenillas-El Oro, c) Reserva Ecológica Arenillas, d) Zona de restauración y Áreas prioritarias de restauración forestal y d) Puntos de muestreo en la zona de restauración activa Norte y Sur (ZRAN y ZRAS).

Para la determinación de los sitios a muestrear se seleccionaron 8 puntos, la localización se realizó mediante georreferencia de forma aleatoria simple, donde se consideró la intervención y uso de suelo actual de las zonas de estudio. El análisis, permitió seleccionar 4 puntos en la Zona de Restauración Activa Norte (ZRAN) denominado "Camaroneras" y 4 puntos en la Zona de Restauración Activa Sur (ZRAS) denominado "Ardilla sabanera" (Figura 1, e), nombres que fueron considerados de acuerdo a los puntos de objetos de conservación descritos en el PM de la REAR. En complementación a los puntos de muestreos, se detalla las coordenadas, los tipos de ecosistemas, orden y formación de suelos, información obtenida del portal de mapa interactivo del Ministerio del Ambiente y cartografía geomorfológica de SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador año 2015 (Tabla 1).

Tabla 1. Zonas de muestreo y tipos de ecosistemas.

Sector	Zona de muestreo	Coord	enadas	Ecosistemas	Orden de	Formación
Sector	Zona de muestreo	X	Υ	Ecosistemas	suelo	Formación
ZRAN-01		595054	9618890		T. Misceláneas	Depósitos salinos
	Camaroneras 01					
ZRAN-02	Camaroneras 02	596354	9618390		T. Misceláneas	Depósitos salinos
ZRAN-03	Camaroneras 03	593131	9617493	Intervenido	Aridisol	Depósitos coluvio-aluvial
	Camaroneras 04					·
ZRAN-04		594418	9617102		Aridisol	Depósitos coluvio-aluvial
ZRAS-01		591657	9601515		Vertisol	
	Ardilla Sabanera 01					Depósitos aluviales
ZRAS-02	Ardilla Sabanera 02	595738	9598848		Alfisol	
	Arullia Sabarlera 02					Depósitos coluvio-aluvial
ZRAS-03	Ardilla Sabanera 03	595722	9598254	Bosque Deciduo Tierras Bajas	Alfisol	Depósitos coluvio-aluvial
	Ardilla Sabanera 04			,		Depósitos coluvio-aluvial
ZRAS-04		596473	9599555		Alfisol	

En la ZRAN de Camaroneras, los sectores ZRAN-01 y ZRAN-02 están representadas por el orden de suelo de tierras misceláneas, es decir no están caracterizadas como unidades de suelo, siendo tierras que soportan poca o nula vegetación. Por sus ubicaciones cercanas al mar estas zonas hacen referencia a la génesis de marino y fluvial marino, formado por depósitos salinos. Sin embargo, las ZRAN-03 y ZRAN-04 que están distantes al mar, presentan el tipo de suelo Aridisol con características de relieve colinado muy bajo de textura franco arcilloso en superficie y fertilidad natural mediana. Su formación corresponde a depósitos coluvio-aluviales de arena y grava, de variado tamaño. De acuerdo al tipo de ecosistema. estas zonas se consideran como intervenidas.Para la ZRAS de Ardilla Sabanera. las características del suelo son distintas a la zona norte, el tipo de ecosistema Bosque Deciduo Tierras Bajas y su ubicación geográfica influyen en gran parte en el cambio paisajístico. La ZRAS-01 situado al suroeste de la REAR presenta un orden de suelo Vertisol con características de génesis fluvial, formado de depósitos aluvial con presencia de arcilla, limo y gravas finas, son de pendiente ligeramente suave y presentan una buena capacidad de retención de agua y nutrientes. En cambio, las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04 situados al sureste son de tipo Alfisol, presentaron características de pendiente ligeramente suave a moderadas, son de formación de depósitos coluvio-aluviales compuesto de clastos de cuarzo lechoso dentro de una matriz areno-arcillosa, rojiza y ferruginosa, son de textura franco arcilloso, el contenido de materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes es notable en esta zona.

En cada uno de los puntos seleccionados se realizaron calicatas de hasta 0.85 m de profundidad, se utilizó el libro de Campaña como guía para la descripción de los horizontes genéticos y muestreo de suelos (Schoeneberger, et al., 2002) y se corroboró con los criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

La determinación de las propiedades del suelo se realizó en dos escenarios; el primero en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), donde se analizó los parámetros físicos; densidad aparente (DA), densidad real (DR), porosidad y textura, fundado en los métodos de Sandoval, et al. (2012), los parámetro químicos de pH y Conductividad Eléctrica (CE), se midieron a través de diluciones de suelo-agua en volumen de partes iguales 1:2.5, para la materia orgánica (MO) se utilizó el método de Walkley y Black (Behel, et al., 1983). Para la determinación de los elementos nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), el análisis fue efectuado en un laboratorio privado certificado, bajo los métodos reconocidos internacionalmente; Association of Official Analytical Chemist (AOAC 955.04/2001.11), Environmental Protection Agency (EPA 3050 B/7610) y American Public Health Association (APHA 4500 PE).

Con los datos físico-químicos obtenidos se realizó el análisis de la prueba estadística del coeficiente de correlación múltiple de Pearson, con el propósito de determinar la variabilidad de las propiedades físicas y químicas en los suelos de las zonas Camaroneras y Ardilla Sabanera, los valores utilizados para este análisis, correspondieron a los primeros horizontes de cada sector con un espesor de profundidad de 0 a

10 cm, por ser la capa de suelo de mayor afectación y donde se producen los principales cambios. Este proceso de datos se realizó mediante el programa estadístico SPSS versión 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la hipótesis de que las actividades acuícolas y deforestación están induciendo cambios en las propiedades de los suelos, se efectuó previamente una descripción morfológica en cada uno de los horizontes de los perfiles edáficos de las zonas de estudio.

La Tabla 2 se observó que las características morfológicas de los perfiles en la ZRAN de Camaroneras fueron heterogéneas, siendo las ZRAN-01 y ZRAN-02 las de mayor variación en relación a las ZRAN-03 y ZRAN-04 que mostraron características similares. En el caso de las dos primeras zonas, estas se ubican sobre un terreno antes cubierto por manglar, los perfiles presentaron una saturación de agua subsuperficial de hasta 60 y 80 cm respectivamente, siendo menos severa en la ZRAN-01 reconociendo a los horizontes como (AB-Bg), debido a la reducción y remoción del hierro durante la formación del suelo y cambios patogenéticos provocado por el agua estancada, tornándole una homogenización del perfil completamente grisácea (Moreno Ramón & Ibáñez Asensio, 2019). Sin embargo, los perfiles de las dos últimas zonas tuvieron una denominación de (Ai-Bm1-Bm2), producto de la escasa y ligera descomposición de la materia orgánica y fuerte cementación patogenética en sus capas subsuperficiales,

La zona de Ardilla Sabanera mostro que la dinámica de los horizontes no tuvo mayor variación morfológica en relación a las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04, sus características denotaron un proceso iluvial migratorio descendente de MO de un horizonte a otro en cada una de las capas superficiales, esto significo que la MO acumulada y los contenidos de arcilla se pierda a partir de los 12, 18 y 10 cm de profundidad respectivamente, dándole como denominación un horizonte (AE) y horizonte (B) a las capas subsuperficiales con mayor acumulación de arcilla y presencia de moteaduras de Fe y CO₂Ca. Sin embargo, para la ZRAS-01 la capa superficial presento modificaciones de actividades humanas, de color pardo amarillento oscuro, tornándose a mayor profundidad de color rojizo con cierta presencia de sales solubles, denominándole una secuencia de horizontes de (Ap-B-Bz).

Las características de la clase textural de suelos en las ZRAN-01 y ZRAN-02 presentaron variación a pesar de tener la misma formación (depósitos salinos), predominando el franco limoso y franco arenoso respectivamente, lo que significaría que la infiltración del agua en estas zonas sea moderadamente lenta. En las ZRAN-03 Y ZRAN-04 la textura de franco arenoso predomino en las capas superficiales y en las subsuperficiales el franco arenoso y el arcilloso, sus significativas características edáficas y de relieve, mostraron niveles productivos poco satisfactorios. En cuanto, a la zona Ardilla Sabanera las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04 presentaron superficialmente suelos francos arcillo arenosos con incremento de contenido de arcilla a profundidad, estas características pudieron deberse al aporte gravitacional y deposición de material aluvial proveniente de los relieves situados en el entorno. De acuerdo a Vargas & Céspedes (2019), estos suelos son de capa arable, con un régimen de temperatura isotérmica utilizados para el desarrollo de actividades forestales, Por otro lado, la ZRAS-01 presento característica de relieve menos pronunciado con intervención de actividades agropecuarias (cultivos y ganadería), significando una clase textural que va desde franco arcilloso en la capa superficial hasta franco limoso en la parte subsuperficial (Tabla 2).

Los valores de DA revelaron una variabilidad en cada uno de los sitios de la zona de Camaroneras, la ZRAN-01, presento el promedio más bajo de 0.95 g/cm⁻³, significando un suelo con buena estructura y volumen de poros, pudiendo ser un buen indicador para el crecimiento radicular de las plantas, en cambio, las ZRAN-02 y ZRAN-04 su promedio alcanzo 1.65 g/cm⁻³, manifestando cierta afectación en la estructura del suelo, para la ZRAN-3 el valor promedio fue alto de 1.90 g/ cm⁻³ lo que demuestra un alto grado de compactación y restricción del crecimiento de las raíces. Al analizar las densidades de la zona de Camaroneras con los de Ardilla Sabanera, estas fueron significativamente mayor, sus valores promedios alcanzaron un mínimo de 1.55 g/cm⁻³ en la ZRAS-04 y un máximo de 1.84 g/ cm⁻³ en la ZRAS-01, pudiendo deberse este fenómeno al cambio estructural del suelo que presentaron cada uno de sus horizontes, promovidos por el material parental, clima, topografía, y también el uso del suelo para la ZRAS-01.

Según Martínez-Gamiño, et al. (2019), cuando existe un incremento de la densidad aparente, la porosidad del suelo tiende a reducirse, limitando el crecimiento de las raíces en el suelo. Es así que, en el sector de Camaroneras el mayor promedio de tasa de porosidad (48%) se sitúa en la ZRAN-01, y con menor tasa la ZRAN-03 con el 15.7%. En cambio, para el sector Ardilla Sabanera se reflejaron valores descendentes en cada una de las zonas, el más notorio fue en la ZRAS-01, teniendo en la capa superficial un valor del 32% de porosidad, y que pasó a reducirse al 10% a mayor profundidad. Para Mora & Toro (2007), una porosidad baja, es provocada por la disminución de poros en el suelo, lenta infiltración del aire y agua, causando dificultad en las raíces en alcanzar los nutrientes y el mejor desarrollo productivo de la planta.

La Densidad real, es un parámetro que se refiere al peso del material sólido que compone al suelo. En consideración a los resultados obtenidos, podemos decir que los suelos minerales son mucho más frecuentes que los suelos orgánicos, en este caso la ZRAN-01 presento esta última característica, sin embargo, las ZRAN-04 y ZRAS-01 presentaron valores superiores a 2,5 g/cm⁻³ con características de (arcillas, cuarzo, feldespatos, calcitas, micas), el resto de zonas se mantuvieron en un rango de 1.92 a 2.33 g/cm⁻³ significando una esporádica presencia de humus y yeso en el suelo.

Tabla 2. Propiedades físicas del suelo de la Zona de Restauración Activa Norte "Camaroneras" y Sur "Ardilla Sabanera".

Sector	Horizonte	Profundidad	Textura (%)			Clase Textural	Densidad Aparente	Densidad Real	Porosidad
360101	Horizonie	(cm)	Arcilla	Limo	Arena	USDA	(g/cm-3)	(g/cm-3)	(%)
7DAN 01	AB	0 – 60	10,7	71,3	18	FL	0,96	1,67	42,5
ZRAN-01	Bg	61 – 80	18	62	20	FL	0,93	2,01	54,4
ZRAN-02	ABg	0 – 60	1,3	39,4	59,3	FA	1,55	2,17	28,57
	Ai	0 – 10	8,4	24,4	67,3	FA	1,90	2,17	12,4
ZRAN-03	Bm1	11 – 30	30	20,4	49,7	FYA	1,84	2,33	21
211/411-00	Bm2	31 – 80	46,4	5,7	48	YA	1,96	2,27	13,7
	Ai	0 – 10	16	16	68	FA	1,66	2,63	36,9
ZRAN-04	Bm1	11 – 47	12	30,4	57,7	FA	1,89	2,33	18,9
211/111-04	Bm2	48 – 70	70,7	21,3	8	Υ	1,53	2,27	32,6
	Ар	0 – 20	10	20	70	FA	1,70	2,50	32
ZRAS-01	В	21 – 55	42,4	17,7	40	YA	1,80	2,17	17,1
211/10/01	Bz	56 – 85	14,7	50	35,3	FL	2,03	2,27	10,6
	AE	0 – 12	20,4	19	60,7	FYA	1,69	2,22	23,9
ZRAS-02	В	13 – 45	20	18	62	FYA	1,81	2,17	16,6
211/10-02	B/C	46 – 85	62,4	9,7	28	Υ	1,82	2,17	16,1
7D 4 C 00	AE	0 – 18	26	28	46	FYA	1,60	2,15	25,6
ZRAS-03	В	19– 85	52	20	28	Υ	1,62	1,92	15,6
7DAC 04	AE	0 – 10	38	20	42	FY	1,43	2,13	32.9
ZRAS-04	В	11 – 74	44,4	15,7	40	Υ	1,68	2,32	27,6
Abreviaturas	: A= Arenosa;	F= Franca; L=	Limosa; \	/= Arcillo	osa		0		

La Tabla 3 muestra que los valores del pH fueron variables en los suelos de la zona de Camaroneras. Al estar situados en un clima semiárido con baja precipitación y reducida disponibilidad de agua, son susceptibles a la acumulación de sales solubles causado por la evaporación, siendo notoria la alta presencia de sustancias alcalinas como los carbonatos y común en praderas semiáridas, significando un problema en el intercambio catiónico (CIC), estas características prevalecieron en las ZRAN-01, ZRAN-02 y ZRAN-04, y para la ZRAN-03 el pH fue bajo con un promedio de 6.6 ligeramente acido. En cambio, en la zona de Ardilla Sabanera la que mayor trascendencia tuvo fue la ZRAS-01 con aumentos de pH a mayor profundidad de 6.6 a 8.9, cambio que pudo haberse derivado por la alcalinidad del agua con mayor solubilidad de N, K, Ca y Mg, lo que podría ser incompatible para el crecimiento y salud de las plantas (Saavedra-Romero, et al., 2020), característica distinta a las ZRA-02, ZRAS-03 y ZRAS-04, donde los valores de pH fueron menores a 7.1 teniendo gran repercusión los contenidos moderados de materia orgánica sobre estos perfiles.

Al analizar la salinidad del suelo a través de la conductividad eléctrica (CE), los valores revelaron un mayor grado en la ZRAN-01 con un registro de 5.7 dS m⁻¹, factor que podría estar limitando de acuerdo a la resistencia el desarrollo de algunas especies, entre ellas; del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*) que es común encontrarlas asociadas en esta zona. Sin embargo, es importante tener en cuenta los ligeros aumentos de CE que presentan las capas subsuperficiales de las ZRAN-03 y ZRAN-04, con registros de 0.1 a 1.1 y 0.5 a 2.7 dS m⁻¹ respectivamente, resultados que para vegetaciones muy sensibles podrían restringir sus rendimientos. En el caso de la zona Ardillas Sabanera, los cuatro sectores de estudio presentaron valores <1 dS m⁻¹, significando suelos libres de sales, facilitando el manejo de la fertilización y evitando problemas por fitotoxicidad en las plantas, estos bajos valores se deben en gran medida al tipo de ecosistema donde se desarrollan (Bosque Deciduo Tierras Bajas),

una planta en un ambiente húmedo y fresco tolera mejor la salinidad que una cultivada en un ambiente cálido y con baja humedad relativa.

Tabla 3. Propiedades químicas del suelo de la Zona de Restauración Activa Norte "Camaroneras" y Sur "Ardilla Sabanera".

Sector	Horizonte	Profundidad (cm)	рН	CE (dS m ⁻¹)	MO (%)	Nitrógeno (mg/Kg)	Potasio (mg/Kg)	Fósforo (mg/Kg)
ZRAN-01	AB	0 – 60	7,8	5,7	0	<2530	2015	0,5
	Bg	61 – 80	6,6	5,7		4144	2751	1,8
ZRAN-02	ABg	0 – 60	8,7	0,5	0	4242	1761	1,1
ZRAN-03	Ai	0 – 10	6,7	0,1	1,4	<2530	613	0,9
	Bm1	11 – 30	6,8	0,5		<2530	1146	2
	Bm2	31 – 80	6,5	1,1		<2530	862	1,0
ZRAN-04	Ai	0 – 10	7,4	0,5	0,3	<2530	1516	0,5
	Bm1	11 – 47	8,1	2,7		<2530	751	0,8
	Bm2	48 – 70	8,3	1,2		<2530	906	0,7
ZRAS-01	Ар	0 – 20	6,6	0,06	1,7	<2530	790	4,8
	В	21 – 55	6,7	0,13		<2530	1766	0,9
	Bz	56 – 85	8,9	0,3		<2530	555	5,3
ZRAS-02	AE	0 – 12	6,6	0,13	3,2	<2530	733	0,2
	В	13 – 45	6,5	0,13	İ	<2530	725	1,7
	B/C	46 – 85	7,1	0,6		<2530	707	2,9
ZRAS-03	AE	0 – 18	6,8	0,08	3,5	5409	862	0,4
	В	19– 85	6,6	0,09		<2530	854	0,8
ZRAS-04	AE	0 – 10	6,8	0,12	3,9	5938	996	1
	В	11 – 74	6,7	0,14		<2530	647	<0,1
Abreviaturas	: pH= Potencial	de Hidrogeno; CE=	: Condu	ctividad Eléct	rica; MO	= Materia Orgá	nica	

Para el análisis de la MO, se tomó como referencia los suelos de los primeros horizontes, los resultados revelaron una baja concentración en la zona de Camaroneras, especialmente en las ZRAN-01 y ZRAN-02, cuyos valores fueron 0%. En cambio, en la zona de Ardilla Sabanera, la tasa fue mayor, principalmente en las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04, con valores de 3,2; 3,5 y 3,9% respectivamente, es probable que la topografía accidentada tenga implicación con el aumento de la MO, debido a las condiciones que esta pudiera prestar, frente a la protección del viento, radiación solar, temperatura, humedad y acción biológica de microorganismos en el suelo, permitiendo mejorar su estructura y evitar la erosión del suelo.

La mineralización del N para este tipo de ecosistema semiárido presento disponibilidades próximas a la real, debido a las dificultades más notorias como; el flujo de agua, circulación de aire, contenido de materia orgánica y presencia microbiana, volviendo compleja la medición de este elemento. Para el caso de las ZRAN-01 y ZRAN-02 el contenido de N fue alto 4144 y 4242 mg/kg en comparación a las ZRAN-03 y ZRAN-04 con un promedio de (<2530 mg/Kg) pudiendo deberse al significativo flujo de agua y moderado contenido de materia orgánica en las capas subsuperficiales, características diferentes a las otras zonas. Sin embargo, en el Sur por el tipo de ecosistema se presentaron parches o islas de fertilidad, evidenciándose altos contenidos de N en las capas superficiales de las ZRAS-03 y ZRAS-04 (5409 y 5938 mg/Kg), al analizarlo con zonas similares esto se da por la cobertura del dosel de árboles y arbustos, el microclima, contenido de nutrientes, eficiente humedad y circulación de aire que presenta el suelo (Celaya-Michel & Castellanos-Villegas, 2011).

En lo que respecta a las concentraciones de K y P, la disponibilidad fue heterogénea en todos los horizontes de cada perfil del suelo. En el caso de las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04 las fijaciones fueron menor, viéndose condicionadas por los altos contenidos de MO y arcilla. En cambio, para las demás zonas, en especial las ZRAN-01 y ZRAN-02 las concentraciones de K y P fueron altas, en este caso los contenidos de MO y arcilla fueron bajos. Sin embargo, es importante considerar otras propiedades como el Ph, la estructura de suelo franco, los cambios estacionales y los procesos que son regulados por equilibrios químicos, como parte de la variabilidad de las concentraciones en los elementos de K y P.

Los resultados de variabilidad en la ZRAN "Camaroneras", mediante el coeficiente de correlación de Pearson, demostró correlaciones fuertes entre cinco variables, con un nivel de significancia de $p \le 0,05$. Estas relaciones presentaron diferencias con respecto a los valores, correspondiendo cuatro correlaciones menores a cero (negativa); limo-arena, arena-CE, DA-CE y MO-K, y una correlación mayor a cero (positiva); arena-DA (tabla 4). Para Asuero, et al (2006), una correlación negativa, significa que mientras la una variable aumenta de valor la otra disminuye o viceversa, en cambio, para la correlación positiva cuando el valor de una variable es alto, el valor de la otra es igual o viceversa.

Tabla 4. Coeficiente de correlación-Pearson de las propiedades física-químicas del suelo en la ZRAN "Camaroneras".

Arcilla	Limo	Arena	D.A	D.R	Porosidad	рН	C.E	M.O	N	K	Р
1											П
-,223	1										П
-,028	-,968*	1									П
-,061	-,921	,960*	1								П
,331	-,934	,873	,733	1							П
,383	,526	-,637	-,813	-,200	1						П
-,574	,392	-,255	-,440	-,172	,474	1					П
,177	,920	-,989*	-,953*	-,812	,682	,162	1				П
,071	-,507	,502	,719	,182	-,873	-,842	-,480	1	ĺ		П
-,851	,045	,173	,054	,017	-,078	,837	-,299	-,418	1		П
-,036	,657	-,665	-,844	-,351	,909	,777	,646	-,980*	,307	1	П
-,905	-,200	,437	,480	,028	-,677	,325	-,565	,236	,778	-,321	1
	1 -,223 -,028 -,061 ,331 ,383 -,574 ,177 ,071 -,851 -,036	1	1	1	1 -,223 1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,331 -,934 ,873 ,733 1 -,383 -,526 -,637 -,813 -,200 -,574 ,392 -,255 -,440 -,172 -,172 -,177 ,920 -,989* -,953* -,812 -,812 -,071 -,507 ,502 ,719 ,182 -,851 ,045 ,173 ,054 ,017 -,036 ,657 -,665 -,844 -,351	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,331 -,934 ,873 ,733 1 -,574 ,392 -,637 -,813 -,200 1 -,574 ,392 -,255 -,440 -,172 ,474 -,177 ,920 -,989* -,953* -,812 ,682 -,071 -,507 ,502 ,719 ,182 -,873 -,851 ,045 ,173 ,054 ,017 -,078 -,036 ,657 -,665 -,844 -,351 ,909	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,383 ,526 -,637 -,813 -,200 1 -,574 ,392 -,255 -,440 -,172 ,474 1 1,177 ,920 -,989* -,953* -,812 ,682 ,162 ,071 -,507 ,502 ,719 ,182 -,873 -,842 -,851 ,045 ,173 ,054 ,017 -,078 ,837 -,036 ,657 -,665 -,844 -,351 ,909 ,777	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,062 -,637 -,813 -,200 1 -,071 -,574 ,392 -,255 -,440 -,172 ,474 1 -,474 1 -,474 1 -,177 ,920 -,989* -,953* -,812 ,682 ,162 1 1 -,480 -,851 ,045 ,173 ,054 ,017 -,078 ,837 -,299 -,036 ,657 -,665 -,844 -,351 ,909 ,777 ,646	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,062 -,637 -,813 -,200 1 -,0574 ,392 -,255 -,440 -,172 ,474 1 -,277 ,479 ,182 -,873 -,842 -,480	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,057 -,067 -,637 -,813 -,200 1 -,057 -,057 -,440 -,172 ,474 1 -,274 1<	1 -,223 1 -,028 -,968* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,921 ,960* 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,934 ,873 ,733 1 -,061 -,071 -,072 -,074

La tabla 4 muestra la prueba de los valores significativos del coeficiente de correlación de Pearson para la ZRAN de Camaroneras.Limo - Arena. - El análisis correlacional para estos dos parámetros fue negativo -0.937, significando que, a mayor porcentaje de limo, menor es la concentración de arena. Estas propiedades tienen influencia sobre la fertilidad del suelo; el limoso posee una adecuada retención de agua y nutrientes, por otro lado, los suelos arenosos retienen poca humedad y requieren de aportes de elementos por su baja fertilidad, sin embargo, ambos poseen buena aireación.

Arena - Conductividad eléctrica. – Para esta correlación, el coeficiente fue negativa de -0.978 (significativa), este valor confirma con la característica de la ZRAN-01 donde el porcentaje de textura de arena es bajo en comparación a la CE que es alta, característica que, de acuerdo a estudios florísticos realizados en la zona, permiten asegurar un mejor desarrolló del bosque Rhizophora mangle, seguido de Avicennia germinans.

Densidad aparente - Conductividad eléctrica. – Su valor de coeficiente de relación fue negativa significativa con -0.908, al igual que el análisis anterior la representación más clara se ubica en la ZRAN-01, donde los valores de DA fueron los más bajos y su CE fue la más alta. "La conducción de la electricidad en los suelos se realiza principalmente a través de macro y microporos continuos y llenos de agua entre partículas de suelo" (Simón, et al., 2013, p.52), esto se relaciona con los valores obtenidos para las ZRAN-03 y ZRAN-04.

Materia orgánica – Potasio. - El análisis de correlación presenta una significancia negativa de -0.961, esto indica que al disminuir la MO el contenido de K en el suelo aumenta, tal como se explica en los valores de las ZRAN-01 y ZRAN-02 y viceversa de las ZRAN-03 y ZRAN-04 (Tabla 3). Existen otros factores que podrían estar influyendo en el aumento del K, producidos por el bajo contenido de humedad y aumento del pH del suelo, componentes que tienen relación por el bajo contenido de MO.

Arena - Densidad aparente. - El coeficiente de estos parámetros dio como resultado una correlación positiva de 0.921. correspondiendo que, a mayor porcentaje de arena, mayor será el valor de DA o viceversa, análisis que es corroborado por Rosas, et al. (2016). Esta característica mayormente la vemos acentuada en las ZRAN-03 y concuerda con el análisis, que los suelos de textura arcillosa y con altos contenidos de MO presentan concentraciones bajas de DA que los suelos tipo arenoso.

Efecto de la variabilidad sobre las Propiedades Físico-químicas del suelo "ZRAS-Ardilla Sabanera"

Los resultados de variabilidad en la ZRAS "Ardilla Sabanera", mostraron como valores significativos a cuatro relaciones de variables con un nivel de significancia de $p \le 0,01$ y de ($p \le 0,05$), tres correlaciones fueron negativas; arena-N (-0,956), DA-K (-0,965) y DR-MO (-0,993), y una correlación fue positiva; pH-N (0.995) (Tabla 5).

Tabla 5. Coeficiente de correlación-Pearson de las propiedades física-químicas del suelo en la ZRAS "Ardilla Sabanera".

	Arcilla	Limo	Arena	D.A	D.R	Porosidad	рН	C.E	M.O	N	K	Р
Arcilla	1											
Limo	,154	1										
Arena	-,948	-,462	1									Т
D.A	-,937	-,082	,867	1								
D.R	-,880	-,356	,905	,665	1							Т
Porosidad	,147	-,334	-,024	-,478	,338	1			Ì			
рН	,885	,454	-,941	-,925	-,709	,324	1					Т
C.E	,593	-,418	-,398	-,375	-,666	-,296	,151	1				Π
M.O	,922	,269	-,914	-,729	-,993**	-,248	,733	,707	1			
N	,876	,525	-,956*	-,891	,-,743	,241	,995**	,757	,757	1		Т
K	,829	,183	-,804	-,965*	-,509	,614	,939	,120	,568	,852	1	Т
Р	-,668	-,298	,696	,365	,933	,634	-,412	-,738	-,903	-,481	-,166	1
*. La correlac	ión es sign	ificativa	en el nive	l 0,05 (bi	lateral); **.	La correlación	n es signif	cativa e	n el nive	el 0,01 (k	oilateral))

La tabla 5 muestra la prueba de los valores significativos del coeficiente de correlación de Pearson para la ZRAS de Ardilla Sabanera.

Arena - Nitrógeno. – El resultado de esta correlación, presentó un coeficiente negativo de -0.915, al analizar los valores de estos parámetros, se pudo deducir que las ZRAS-01 y ZRAS-02 sus concentraciones de N fueron bajas en todo su perfil y su clase textural estuvo dominada por el franco arenoso, es decir con mayores concentraciones de arena. Sin embargo, para las ZRAN-03 y ZRAN-04 el comportamiento fue diferente, revelando altos contenidos de N solo en las capas superficiales, mientras la textura de suelo estuvo dominada por el franco arcilloso y arcilla.

Densidad aparente - Potasio. – La correlación entre DA-K fue negativa con un valor de -0.931, estos parámetros al ser analizados con la textura del suelo, muestran que la DA no es la óptima para el crecimiento efectivo de las raíces de las plantas, ya que están por lo alto de los valores normales de 1.4 g/cm⁻³, lo cual significa que la fijación de K se presente en concentraciones bajas en comparación a las ZRAN-01 y ZRAN-02, a esta característica de cambio también se considera el pH, la humedad y compactación del suelo.

Densidad real – Materia Orgánica. – El coeficiente obtenido en esta correlación fue de -0.987, valor que establece, que a mayor medida de DR, menor será el porcentaje de MO, colaborando este análisis con lo descrito por Rosas, et al. (2016), donde indican que la DR varía en función de la textura del suelo y el contenido de materia orgánica, entre otros componentes del suelo. Bajo el contexto antes señalado, se puede deducir que todos los suelos de las ZRAS de ardilla Sabanera están constituidos por minerales con bajo contenido de material orgánico.

pH - Nitrógeno. - La correlación en los dos parámetros fue positiva de 0.991. significando una dependencia en sus comportamientos sobre el suelo, es decir, el comportamiento del pH en todas las zonas de Ardilla Sabanera no presento cambios significativos en cada una de sus profundidades, manteniéndose en un rango de 6.5 a 7.1 moderadamente acido, estos valores al ser analizados con los contenidos de bajo a moderado de materia orgánico, se obtiene como respuesta una fijación baja de N. Según Hernández, et al (2018), el pH se considera transcendental dentro de las actividades microbianas al momento de sintetizar compuestos húmicos durante temporadas de alta sequía, de ahí la importancia dada su relación con la fisiología y la respuesta bioquímica de las plantas.

CONCLUSIONES

A través de los resultados obtenidos se determinó que los suelos de las ZRAN de Camaroneras y ZRAS de Ardilla Sabanera tienen un alto grado de influencia con respecto a los parámetros físicos y químicos, esto debido a la heterogeneidad y características edafológicas diferentes de cómo se presentan, particularidades que han venido siendo provocados a lo largo del tiempo por la alteración de los depósitos de carácter aluvial, coluvio-aluvial y depósitos salinos.

Los suelos mostraron una variabilidad horizontal v vertical en los perfiles, significando una clase textural heterogenia, dominando el franco arenoso en la ZRAN de Camaroneras y el franco arcillo arenoso y arcilloso en la ZRAS de Ardilla Sabanera, esta última debido a la alta meteorización en las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04. Los valores de densidad aparente (DA) tendieron a aumentar en mayor significancia en zonas donde han sido intervenidas por el hombre siendo las ZRAN-03, ZRAN-04, ZRAS-01 y ZRAS-02. Sin embargo, los valores en las ZRAN-01 fueron bajos, esto debido a la constitución de tipo material orgánico por la que están compuesto, siendo esta la razón para que la densidad real (DR) refleje valores <2 g/ g/cm⁻³, es decir, todas las demás zonas están constituidas por material de tipo mineral con valores >2 g/cm⁻³, característica que estaría condicionando que los suelos presenten un porcentaje de porosidad baja <36.9%, debido al agrupamiento de partículas elementales, generando un cambio textural y estructural en el suelo.

El pH se clasifico de ligeramente acido a ligeramente alcalino para la ZRAN de Camaroneras y ligeramente acido a neutro en la ZRAS de Ardila Sabanera, es importante resaltar que las ZRAN-04 y ZRAS-01 revelaron una diferencia significativa del grado de pH en las tres profundidades analizadas, característica parecida a los valores obtenidos en la conductividad eléctrica (CE) donde las concentraciones de sales fueron bajas, favorables para el desarrollo de plantas, pero que podrían tener ligeras limitaciones para especies sensibles, a excepción de la ZRAN-01, donde las concentraciones salinas fueron altas, propias para la adaptación del bosque de manglar, en especial de los genero Rhizophora mangle y Avicennia ger*minans*. El contenido de materia orgánica (MO) tuvo mayor significancia en la zona de Ardilla Sabanera, alcanzando niveles medio en las ZRAS-02, ZRAS-03 y ZRAS-04. Sin embargo, en la zona de Camaroneras los porcentajes resultaron muy bajos con valores de hasta el 0% en las ZRAN-01 y ZRAN-02.

Los niveles nutricionales de N, P y K mostraron una variabilidad de contenidos de un punto a otro en las mismas zonas, siendo las ZRAS-03 y ZRAS-04 las de significativa concentración nutricional, con mayor presencia y abundancia relativa de especies florísticas.

En cambio, para las ZRAN-01 y ZRAN-02 por su ubicación en suelos de manglar y de tipo orgánico, producto de la acumulación de residuos orgánicos la fijación de nitrógeno fue alta.

La calidad y estado de la vegetación en las zonas de Camaroneras y Ardilla Sabanera, están integramente condicionadas por el recurso suelo, lo que demanda políticas de recuperación y estrategias de manejo para este recurso, ya que de forma contraria aumentaría los riesgos de degradación. La restauración con especies florísticas tolerantes a las características de la zona se considera de esencial importancia, al igual que los programas de mejoramiento genético, estudio de bioindicadores adecuado a las condiciones actuales y la integración de las comunidades aledañas, constituyen mecanismos de gran beneficio para la restauración de estas zonas. A demás, la información suscitada, al considerar el ecosistema manglar un sistema complejo por los elementos naturales que la rodean, fortalece el accionar de futuras actividades de reforestación en estas zonas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asuero, A. G., Sayago, A., & González, A. G. (2006). The Correlation Coefficient: An Overview. Critical *Reviews in Analytical Chemistry*, 36(1), 41–59.
- Behel, D., Nelson, D. W., & Sommers, L. E. (1983). Assessment of heavy metal equilibria in sewage sludge-treated soil. *Journal of Environmental Quality*, *12*(2), 181–186.
- Cantú Silva, I., & Yañez Díaz, M. I. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 9(45).
- Celaya-Michel, H., & Castellanos-Villegas, A. E. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. Terra Latinoamericana, 29(3), 343–356.
- Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2015). Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Arenillas. https://maeeloro.files.wordpress.com/2015/08/ministerio-del-ambien-te-plan-de-manejo-de-la-reserva-ecolc3b3gica-areni-llas3.pdf
- Espinosa, C. I., Jara-Guerrero, A., Cisneros, R., Sotomayor, J. D., & Escribano-Ávila, G. (2016). Arenillas Ecological Reserve; A refuge of biodiversity or an island of extinction? In Ecosistemas, 25(2), 5–12.
- Hernández, W., Marco, L. M., Torres, D., & Romero, P. (2018). Variabilidad espacial del Ph y del contenido de fe2o3 en suelos de la cuenca del río Tabure del estado Lara. Ciencia y Tecnología, 11(1), 18–26.
- Martínez-Gamiño, M. Á., Osuna Ceja, E. S., & Espinosa Ramírez, M. (2019). Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10(4), 765–778.

- Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. Journal of Biogeography, 33(3), 491-505.
- Mora, E., & Toro, M. (2007). Estimulación del crecimiento vegetal por Burkholderia cepacia, una cepa nativa de suelos ácidos de sabanas venezolanas. Agronomía Tropical, 57(2).
- Morcatty, T. Q., El Bizri, H. R., Carneiro, H. C. S., Biasizzo, R. L., Alméri, C. R. de O., Silva, E. S. da, Rodrigues, F. H. G., & Figueira, J. E. C. (2013). Habitat loss and mammalian extinction patterns: are the reserves in the Quadrilátero Ferrífero, southeastern Brazil, effective in conserving mammals? Ecological Research, 28(6), 935-947.
- Moreno Ramón, H., & Ibáñez Asensio, S. (2019). Procesos formadores: La salinización. Universitat Politècnica de València.
- Rosas Patiño, G., Muñoz Ramos, J., & Suárez Salazar, J. C. (2016). Incidence of agroforestry systems Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. On physical properties of soil hilly in Caquetá department, Colombia. Acta Agronómica, 65(2), 116-122.
- Saavedra-Romero, L., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., & Hernández-De la Rosa, P. (2020). Physical and chemical properties of the urban soil in the San Juan de Aragon Park, Mexico City. Terra Latinoamericana, 38(3), 529-540.
- Doner, J., Seguel, Sandoval. M.. Ο., Cuevas. J., & Rivera S. (2012). Métodos de análisis físicos de suelos. Universidad de Concepción. Publicaciones Departamento de Suelos y Recursos Naturales.
- Schoeneberger, P. J. (2000). Libro de campaña para descripción y muestreo de suelos. National Soil Survey Cen-
- Simón, M., Peralta, N., & Costa, J. L. (2013). Relación entre la conductividad eléctrica aparente con propiedades del suelo y nutrientres. Ciencia del suelo, 31(1), 45-55.
- Vargas Curaca, E. R., & Céspedes Paredes, R. (2019). Clasificación de suelos según la aptitud de riego en la estación experimental Patacamaya. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, 6(2), 72-80.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. Science, 277(5325), 494-499.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

CENTRO DE INFORMACIÓN Y REFERENCIA DE SUELOS PARA LA ENSEÑANZA Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO EDAFOLÓGICO

SOIL INFORMATION AND REFERENCE CENTRE FOR THE TEACHING AND CONSERVATION OF SOIL HERITAGE

Rafael Más Martínez¹

E-mail: rafael.mas@inicavc.azcuba.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8651-0655

Emma Pineda Ruiz¹

E-mail: emma.pineda@inicavc.azcuba.cu ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9880-3060

Yudith Viñas Quintero²

E-mail: yudith.vinas@inica.azcuba.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0152-9187

Rafael Villegas Delgado²

E-mail: rafael.villegas@inica.azcuba.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3460-6938

- ¹ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Santa Clara. Cuba.
- ² Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Más Martínez, R., Pineda Ruiz, E., Viñas Quintero, Y., Villegas Delgado, R. (2021). Centro de información y referencia de suelos para la enseñanza y conservación del patrimonio edafológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 41-48.

RESUMEN

La dispersión de la información y el escaso conocimiento de los suelos, constituyen uno de los principales retos que enfrentan en la actualidad las ciencias agrícolas. Numerosos han sido los estudios que se han realizado en Cuba, por las distintas personalidades e instituciones afines, todos en su época han contribuido al desarrollo de esta disciplina y constituyen el patrimonio edafológico del país. En muchas ocasiones, el desconocimiento de los resultados de estas investigaciones y el poco alcance a diferentes usuarios, pone en riesgo la pérdida de tan valiosa documentación. Se hace necesario la revisión, colección, estandarización y divulgación del saber científico sobre este recurso natural, con el fin de comprender mejor su formación, caracterización, clasificación y capacidad de uso sostenible a nivel local y regional. El trabajo tuvo como objetivo hacer una reflexión sobre la importancia del Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba en la enseñanza de esta materia, con las ventajas de ahorrar tiempo y recursos si se compara con los métodos tradicionales y su papel en la conservación del acervo edafológico, mediante el rescate de la información de los principales levantamientos realizados en el país. La factibilidad del establecimiento y desarrollo de estas entidades para la región quedó demostrada.

Palabras clave:

Cuba, colección de suelos, edafología.

ABSTRACT

The dispersed information and the limited knowledge of soils constitute one of the main challenges currently faced by agricultural sciences. Numerous studies have been carried out in Cuba by different personalities and related institutions, all in their time have contributed to the development of this discipline and constitute the edaphological patrimony of the country. In many occasions, the lack of knowledge of the results of these investigations and the limited access to different users, puts at risk the loss of such valuable documentation. It is necessary to review, collect, standardize and disseminate scientific knowledge on this natural resource in order to better understand its formation, characterization, classification and capacity for sustainable use at the local and regional level. This paper aims to reflect on the importance of the Soil Information and Reference Center of Cuba in the teaching of this subject, with the advantages of saving time and resources if compared to traditional methods and its role in the conservation of the edaphological heritage through the retrieval of the information of the main surveys conducted in the country. The feasibility of the establishment and development of these entities for the region was demonstrated.

Keywords:

Cuba, soil collection, edaphology

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural único, pero a veces ignorado en la puesta en práctica de políticas y la agenda de desarrollo, aun siendo el recurso principal que sustenta muchas de las economías mundiales.

Las evaluaciones generales de los recursos a nivel mundial, muestran a Latinoamérica como la región que tiene las mayores reservas de tierras utilizables para la agricultura de secano en el mundo (Durango, et al., 2019); sin embargo, los niveles de pobreza crítica y malnutrición se incrementan, la productividad de las tierras ya explotadas es cada vez menor, los problemas y riesgos de los cultivos por sequía y anegamiento se acentúan y crece la dependencia de los alimentos importados, para satisfacer los requerimientos de la población.

Un factor importante que contribuye a esta situación es el manejo inapropiado de los suelos, como consecuencia de la falta de información a que están sujetos los productores agrícolas y los que participan en la administración del espacio físico.

La dispersión de la información y el escaso conocimiento de los suelos se presenta, entre otras razones, por el alto costo de los estudios pedogénicos y por la escasa cantidad de profesionales que trabajan en el área; lo cual ha ocasionado que las prácticas de manejo agrícola de este recurso, se realicen sin conocer sus propiedades, que originan la presencia de degradación edáfica; sobre uso de insumos agrícolas y deficiente disposición de desechos, que generan problemas de contaminación al medio ambiente.

Desde el año 1966 el Centro Internacional de Información y Referencia de Suelos (ISRIC), como iniciativa de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo (ISSS), ante la necesidad de diseminar y transferir información y tecnologías a escala mundial, crea el proyecto "NASREC" (Colección Nacional de Referencia de Suelos y Base de Datos), mediante el cual brinda asesoría técnica y ayuda financiera para el desarrollo de colecciones nacionales y su base de datos acompañantes, con énfasis, en países en desarrollo (International Soil Reference and Information Centre, 1995).

En Cuba, este trabajo se inició en 1991, teniendo como responsable del proyecto al Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) y como sede del mismo a la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar Centro Villa Clara. Se inauguró la colección en julio de 1994, en ocasión del XV Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo (International Soil Reference and Information Centre, 1995).

La creación de la Colección Nacional de Suelos de Cuba, constituyó un importante logro para el desarrollo de las ciencias agrícolas, por primera vez el país cuenta con un centro donde se puede apreciar, en forma de monolitos, los principales suelos, acompañados de su caracterización física, química, mineralógica y climática de la región, fotos de paisajes, cultivo y una evaluación de las tierras, aspecto primordial para el futuro manejo de este recurso (Villegas, et al., 1995). La colección ha sido de gran beneficio para diferentes usuarios nacionales e internacionales.

El trabajo tuvo como objetivo hacer una reflexión sobre la importancia del Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba en la enseñanza de esta disciplina, con las ventajas de ahorrar tiempo y recursos si se compara con los métodos tradicionales y su papel en la conservación del patrimonio edafológico, mediante el rescate de la documentación de los principales levantamientos realizados en el país, demostrando la factibilidad del establecimiento y desarrollo de estas entidades para la región.

DESARROLLO

Los Centros de Información y Referencia de Suelos, son espacios organizados para exhibir perfiles de suelos, especialmente, colectados, preparados y preservados, a objeto de mostrar las propiedades de cada uno, considerado como representativo de un paisaje o de una unidad de tierra particular.

Las colecciones de suelos de referencia ofrecen, además de los perfiles, información relacionada con el clima, relieve, geología, geomorfología, uso de la tierra, así como las potencialidades y limitaciones de los suelos y de las unidades de tierra representadas.

Las columnas de suelos conservadas, denominadas monolitos, y los resultados de análisis físicos, químicos, biológicos, mineralógicos y otros, procedentes de muestras obtenidas de los sitios de extracción y la descripción morfológica de los perfiles (base de datos georreferenciadas), pueden ayudar en la toma de decisiones sobre la utilización y mantenimiento de los suelos, pero también para la comprensión y aprendizaje de los fenómenos naturales que le dieron origen. Dichos especímenes, apropiadamente conservados, apoyan, por lo tanto, la información producida por los inventarios edafológicos, así como la generada en estudios de preservación del recurso, de análisis de la producción agrícola, evaluación y planificación del uso de las tierras, entre otros. Son, además, herramientas de gran valor para la investigación, extensión y la enseñanza y así mismo, un valioso apoyo para los productores agrícolas y el público en general (Torres & Madero, 2007).

En el establecimiento de la colección de suelos de Cuba se utilizó el procedimiento del monolito de Van Baren & Bomer (1982), que utiliza como agente impregnante laca de base nitrocelulosa y la metodología de Martínez & Torres (2001), que emplea la cola blanca o acetato.

La descripción de los perfiles se realizó acorde a la guía para la descripción y codificación de datos (Van Waveren & Bos, 1988).

Se tomaron muestras de suelos por horizontes, que fueron caracterizadas utilizando los procedimientos para análisis de suelo del ISRIC y se determinaron textura, densidad aparente, grado de acidez (pH H_oO y KCI), conductividad eléctrica, curvas de tensión-humedad, carbono orgánico, cationes cambiables (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺), Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y mineralogía de las arcillas.

Las clasificaciones de los perfiles que conforman la colección fueron correlacionadas con las nomenclaturas de suelos nacionales e internacionales usadas en la actualidad (USDA Soil Taxonomy, 2014; Hernández, et al., 2015; IUSS Working Group WRB, 2015).

Las bases de datos asociadas a los monolitos fueron capturadas en el sistema de Información de suelos del ISRIC (ISIS), para su mejor acceso y utilización.

El centro ha llevado a cabo un apoyo fundamental en el inventario del recurso tierra, mediante la recopilación de los diferentes estudios y levantamientos de suelos, desde las clasificaciones morfológicas de series y familias, basadas en sus propiedades, hasta las nomenclaturas actuales, fundamentadas en los horizontes, características y materiales de diagnóstico.

Por primera vez en Cuba se establece una exposición permanente de los suelos más representativos (23 monolitos), principalmente agrícolas, no sólo por razones de seguridad alimentaria, sino por la demanda creciente de tierras y aguas, recursos altamente demandados y escasos, particularmente, en lo relacionado a tierras de buena calidad. La colección representa un instrumento muy útil en la enseñanza de la edafología, ya que brinda una oportunidad única para que los estudiantes, productores y población en general, en un breve período de tiempo, reconozcan los principales suelos de la isla, sus horizontes y propiedades de diagnóstico, distribución, caracterizaciones físicas, químicas y morfológicas.

Toda esta información conjugada con la caracterización climática de la región y con la producción real y potencial de los cultivos, facilita el establecimiento de comparaciones entre las diferentes coberturas edafológicas y la mejor comprensión de sus procesos de formación y degradación en cada sitio (Figura 1). Ayuda, además, a la interpretación de las clasificaciones de suelos y las correlaciones que entre ellas existen. De esta forma se ahorra tiempo y recursos (combustible, transportación), si se compara con los métodos tradicionales de enseñanza de esta disciplina, donde en un día, solamente, podían apreciarse uno o dos perfiles en el campo y los estudiantes estaban expuestos a las adversidades del clima tropical.



Figura 1. Colección de Monolitos de Suelos de Cuba (CUBA-NASREC).

La colección manifiesta los principales procesos de formación de los suelos tropicales (Ferritización, Ferralitización, Fersialitización, Gleyzación, Sialitización en rocas carbonatadas y no carbonatadas, Humificación, Vertisolización, formación de suelos salinos y aluviales), resultado de la combinación de los diferentes factores de formación como el material parental o roca madre, clima, relieve o topografía, biota (plantas, animales, hombre) y tiempo.

Desde su creación hasta la fecha, el centro ha sido visitado por más de 90 000 usuarios de diferentes instituciones nacionales e internacionales y han podido actualizar sus conocimientos en materia de suelo y recursos ambientales. En la esfera educacional se han convocado cursos de capacitación, seminarios y conferencias a estudiantes, técnicos y productores, se han efectuado Talleres Nacionales sobre Clasificaciones de Suelos. Se han editado 10 compendios que resumen las principales características de los perfiles colectados y muestran un conjunto de recomendaciones para su mejor uso.

Estas acciones contribuyen a crear conciencia sobre el carácter perecedero de nuestro principal recurso natural y la necesidad de su conservación para la sostenibilidad de la agricultura y otras actividades humanas.

El Centro Nacional de Información y Referencia de Suelos ha contribuido a la colección, digitalización y divulgación de los principales estudios y levantamientos de suelos del país y constituye un museo de historia natural para la conservación del patrimonio edafológico.

También ha divulgado, mediante cursos de capacitación, las clasificaciones nacionales e internacionales empleadas en la actualidad, entre las que se encuentran: Clasificación de Suelos de Cuba 2015 (Hernández, et al., 2015); Taxonomía de suelos norteamericana (USDA Soil Taxonomy, 2014); Base referencial mundial del recurso suelo 2014. Actualización 2015 (IUSSS Working Group WRB, 2015)

En colaboración con especialistas de la Universidad Central de las Villas (UCLV) y el INICA se logró rescatar parte de las muestras originales del Levantamiento de Suelos de Cuba (Bennett & Allison, 1928), el mapa (1: 800 000) que acompaña el estudio, así como fotos y otros textos asociados, expuestos en el Cuba - NASREC (Figuras 2 y 3).

Para una mejor conservación y explotación de esta información, el mapa de suelos fue transformado a formato digital y la clasificación de series y familias se correlacionó con las clasificaciones usadas en la actualidad (Figura 4).

El rescate de las muestras de suelos originales del levantamiento de Bennett & Allison (1928), es un hecho de gran significación para el patrimonio edafológico en Cuba; se colectaron en una época donde, prácticamente, no se aplicaban químicos y constituyen patrones de referencia para estudiar su evolución en más de 90 años de explotación, así como para el desarrollo de proyectos relacionados con su degradación y contaminación por metales pesados.

La tabla 1 muestra un ejemplo de las correlaciones existentes entre la II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Cuba. Instituto de Suelos, 1975), la Clasificación de Suelos de Cuba 2015 (Hernández, et al., 2015), la Taxonomía de Suelo del Departamento de la Agricultura de los Estados Unidos (Soil Survey Staff, 2014) y la Base Referencial Mundial (IUSS Working Group WRB, 2015) de los perfiles del centro. Estas correlaciones facilitan la transferencia de conocimientos y tecnologías.



Figura 2. Foto del levantamiento de suelos de Cuba, Bennett y Allison (1926-1928).



Figura 3. Mapa, textos, fotos y muestras de suelos originales del levantamiento de suelos de Bennett y Allison (1926-1928).

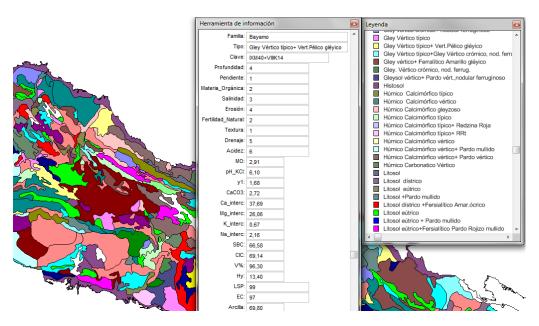


Figura 4. Mapa digital de suelos (correlación de la clasificación morfológica de series y familias, con la Nueva Versión de la Clasificación Genética de Suelos de Cuba).

Tabla 1. Correlación entre las clasificaciones nacionales e internacionales de los perfiles del Centro de Referencia de Suelos de Cuba.

Perfil	II Clasificación Genética Suelos de Cuba (1975)	Clasificación de los Sue- los de Cuba (2015)	Taxonomía de suelo Soil Survey Staff (2014)	Base Referencial Mundial (2015)
CU01	Gley ferralítico típico	Gley Nodular Ferruginoso agrogénico eútrico	Ustic Endoaquert, arci- lloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU02	Ferralítico amarillento lixiviado	Ferralítico Amarillento Lixiviado arénico, nodular ferruginoso y gléyico	Oxyaquic Haplustepts, arcilloso, mezclado, isohipertérmico	Cambisol Ferráli- co Eútrico
CU03	Ferralítico amarillento lixiviado	Ferralítico amarillen- to lixiviado gléyico – petroférrico	Oxic Haplustepts, arcilloso, caolinítico, isohipertérmico	Cambisol Ferráli- co Crómico
CU04	Gley húmico típico	Gley Vértico agrogénico sin carbonatos	Ustic Endoaquert, arci- lloso, montmorrilonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU05	Ferralítico rojo típico	Ferralítico Rojo agrogénico	Rhodic Eustrustox, arcilloso, caolinítico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Háplico
CU06	Pardo con carbonatos plastogénico	Pardo vértico mediana- mente lavado	Vertic Haplustepts, muy fino, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Vértico Eútrico
CU07	Ferralítico rojo típico	Ferralítico Rojo agrogénico	Typic Eustrustox, arcilloso, caolínitico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Háplico
CU08	Fersialítico pardo rojizo	Fersialítico Pardo Rojizo mullido carbonatado	Typic Haplustepts, arcilloso sobre limo, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU09	Pardo sin carbonatos plastogénico	Pardo agrogénico sin carbonatos	Vertic Haplustepts, montmorri- llonítico, fino, isohipertérmico	Cambisol Vértico Eútrico
CU10	Húmico carbonático típico	Húmico Calcimórfico mullido carbonatado	Typic Haplustoll, arcillo- so sobre limo muy fino, montmorrillonítico, cálcico, isohipertérmico	Phaeozem Rén- dzico Calcárico

Perfil	II Clasificación Genética Suelos de Cuba (1975)	Clasificación de los Sue- los de Cuba (2015)	Taxonomía de suelo Soil Survey Staff (2014)	Base Referencial Mundial (2015)
CU11	Pardo sin carbonatos plastogénico	Pardo agrogénico sin carbonatos	Lithic Haplustepts, muy fino, montmorrillonítico, isohipertérmico	Cambisol Léptico Eútrico
CU12	Ferralítico Amarillento Lixiviado típico	Ferralítico Amarillento Lixiviado agrogénico nodular ferruginoso	Typic Haplustox, arcilloso, mezclado, isohipertérmico	Ferralsol Háplico Xántico
CU13	Gley húmico típico	Gley Vértico agrogénico sin carbonatos	Typic Endoaquents, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Gleysol Flúvico Eútrico
CU14	Pardo con carbonatos típico	Pardo agrogénico carbonatado	Typic Haplustepts, montmorri- llonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU15	Solonchak típico	Solonetz Gléyico nodular ferruginoso	Aeric Halaquepts, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Solonetz Gléyico Háplico
CU16	Pardo con carbonatos secundarios	Pardo Mullido-Cálcico medianamente lavado	Typic Calciustoll, arci- lloso montmorrillonítico, isohipertérmico	Kastanozem Cál- cico Háplico
CU17	Pardo con carbonatos típico	Pardo agrogénico carbonatado	Typic Haplustepts, montmorri- llonítico, isohipertérmico	Cambisol Eútrico Calcárico
CU18	Aluvial diferenciado	Fluvisol mullido eútrico	Vertic Haplustoll, montmorri- llonítico, fino, isohipertérmico	Fluvisol Eútrico
CU19	Oscuro plástico gleysoso negro grisáceo	Vertisol Pélico Agrogénico medianamente lavado	Typic Haplustert, arci- lloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Pélico Ocrico
CU20	Oscuro plástico gleysoso negro	Vertisol Pélico Agrogénico medianamente lavado	Typic Haplustert, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Pélico Ocrico
CU21	Oscuro plástico gleysoso gris amarillento	Vertisol Crómico Agrogé- nico Sódico	Sodic Haplustert, arcilloso, montmorrillonítico, isohipertérmico	Vertisol Sódico Crómico
CU22	Ferrítico púrpura concrecionario	Ferrítico Rojo Oscuro húmico desaturado	Anionic Acrudox, arcilloso, gíbsico, isohipertérmico	Ferralsol Ródico Férrico
CU23	Rendzina negra	Rendzina Negra agrogé- nico carbonatado	Leptic Haplustoll, arcilloso so- bre limo fino, montmorrilloníti- co, cálcico, isohipertérmico	Phaeozem Réndzico Léptico

Mediante el intercambio y colaboración del Cuba-NASREC con otras entidades afines, entre ellos el ISRIC, el país ha podido actualizar los conocimientos en materia de suelos, acceder a bases de datos y sistemas automatizados especializados; sitios web destinados a la enseñanza de esta ciencia y el manejo de los cultivos; así como a otros servicios disponibles en internet relacionados con dicha disciplina.

A continuación, se muestran algunos de los sitios web y sistemas automatizados especializados:

https://wsm.isric.org/ (Permite el acceso al Museo Virtual Mundial de Suelos en Wageningen, Reino de los Países Bajos)

https://www.youtube.com/watch?v=OZ8oAqR9RiY (Giras virtuales por otros museos de suelos del mundo).

https://data.isric.org/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/metadata/f31ac19f-67a4-4f64-94cc-d4f063ea9add Base de datos SOTER (SOTER CUBA): Permite predecir las propiedades físicas y químicas del suelo en cualquier sitio de Cuba. Entre las primeras se encuentran textura (% de arena, limo y arcilla) de un suelo, entre las segundas encontramos pH en H₂O y KCI, capacidad de intercambio catiónico (CIC), contenido de carbono orgánico (materia orgánica), entre otras.

https://soilgrids.org (SoilGrids 2.0): Un sistema para el mapeo digital de suelos basado en la compilación global de datos de perfiles de suelos y capas ambientales con incertidumbre espacial cuantificada.

https://trac.osgeo.org/osgeo4w/ (Permite el acceso a los siguientes software):

https://qgis.org/es/site/ Sistema de Información Geográfica (SIG-QGIS): Software gratuito y libre con las ventajas de que no requiere un equipo (CPU) tan potente como otros SIG, se mantiene siempre actualizado, tiene tutoriales, videos explicativos y cursos online gratuitos para aprender a usarlo. Además, sus manuales están traducidos a varios idiomas http://qgis.org/es/docs/index.htlm QGIS tiene muchos módulos que pueden instalarse que le dan funcionalidades específicas extra, funciona sobre sistemas operativos basados en Linux, como Ubuntu y también sobre Windows.

https://grass.osgeo.org/ GRASS GIS: comúnmente conocido como GRASS (Sistema de Soporte de Análisis de Recursos Geográficos), es un paquete de software de SIG de fuente abierta y gratuita, utilizado para la gestión y análisis de datos geoespaciales, procesamiento de imágenes, producción de gráficos y mapas, modelado espacial y visualización. GRASS GIS se usa, actualmente, en entornos académicos y comerciales en todo el mundo, así como también en muchas agencias gubernamentales y compañías de consultoría ambiental.

http://trac.osgeo.org/gdal/wiki/SoftwareUsingGdal (GDAL: es una biblioteca de traductores para formatos de datos geoespaciales rasters y vectoriales).

https://www.earth-syst-sci-data.net/9/1/2017/essd-9-1-2017.html WOSIS: Permite el acceso a base de datos estandarizada de suelos del mundo (Batjes, et al., 2017).

http://www.r-project.org/R: plataforma de análisis estadístico con herramientas gráficas muy avanzadas, es libre y gratuito (Malone, et al., 2017; Mas, 2018).

http://www.rstudio.com_RStudio: Ambiente integral mejorado para R (R Development Core Team, 2016).

http://nbcgib.uesc.br/lec/software/des/editores/tinn-r/en TINN-R. Editor de texto libre, específicamente, diseñado para trabajar con ficheros scrip de R.

QUEFTS: Sistema automatizado que permite la evaluación cuantitativa de la fertilidad de los suelos tropicales (Yang, et al., 2017).

(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429021000721

El acceso a estos sitios web y sistemas automatizados, facilita a los especialistas obtener información fresca sobre los avances de las ciencias del suelo en el mundo y aplicar todos estos conocimientos en función del desarrollo agrícola del país, potencia la agricultura de precisión, como una herramienta para lograr la seguridad alimentaria y alcanzar el desarrollo sostenible. Al mismo tiempo nos permite estar más preparados para afrontar los nuevos retos y desafíos que se avecinan en un mundo, donde los efectos del cambio climático y la degradación de los suelos, son cada vez más notables.

CONCLUSIONES

El Centro de Información y Referencia de Suelos de Cuba es una oportunidad única para que estudiantes, investigadores, productores y público en general, puedan conocer los principales suelos, sus características diagnósticas, potencialidades y limitaciones.

El Cuba-NASREC constituye un museo de historia natural de gran importancia en el apoyo al inventario del recurso tierra y la conservación del patrimonio edafológico.

Los cursos de capacitación, seminarios, talleres impartidos y compendios editados, contribuyen a crear conciencia sobre el carácter perecedero del suelo y la necesidad de conservarlo para la sostenibilidad de la agricultura y otras actividades humanas.

El desarrollo de este centro permite el intercambio y colaboración con otras entidades afines, mantener actualizados a los diferentes usuarios y facilita el acceso a bases de datos, sistemas automatizados especializados; sitios web destinados a la enseñanza de esta ciencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Batjes, N.H., Ribeiro, E., Van Oostrum, A., Leenaars, J., Hengl, T., & Mendes de Jesus, J. (2017). WoSIS: providing standardised soil profile data for the world, Earth Syst. Sci. https://www.earth-syst-sci-data.net/9/1/2017/essd-9-1-2017.html

Bennett, H. H., & Allison, R. V. (1928). Los suelos de Cuba. Comisión Nacional Cubana de la UNESCO.

Cuba. Instituto de Suelos. (1975). Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Serie de Suelos, 23, 1-25.

Durango, S., Sierra, L., Quintero, M., Sachet, E., Paz, P., Da Silva, M., Valencia, J., & Le Coq, J.F. (2019). Estado y perspectivas de los recursos naturales y los ecosistemas en América Latina y el Caribe (ALC). 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 9. FAO.

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

Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., & Rivero, L. (1999). Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Editorial AGRINFOR.

- International Soil Reference and Information Centre. (1995). Bi-anual Report (1994-1995). ISRIC https://www.isric.org/sites/default/files/isric_bi-annual_report_1995_1996. pdf
- IUSS Working Group WRB. (2015). World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO.
- Malone, B., Minasny, B., & McBratney, A. (2017). Using R for Digital Soil Mapping. University of Sydney. Springer International Publishing Switzerland.
- Martínez, M., & Torres, S. (2001). Propuesta de una nueva metodología para la preparación e impregnación de monolitos de suelos. UCV-Facultad de Agronomía. Instituto de Edafología. Centro de Información y Referencia de Suelos.
- Mas, J.F. (2018). Análisis espacial con R. Usa R como un sistema de información geográfica. European Scientic Institute.
- R Development Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soil Taxonomy, 12th Edition. USDA Natural Resources Conservation Service. USDA.
- Torres, S., & Madero, L. (2007). El recurso suelo y los centros de información y referencia de suelos. Centro de Información y Referencia de Suelos (CIRS). Instituto de Edafología.
- Van Baren, J.H.V., & Bomer, W. (1982). Procedimientos para la Colección y Preservación de Perfiles de Suelo. Publicación Técnica No. 1. ISRIC.
- Van Waveren, E.J., & Bos, A.B. (1988). Guidelines for the description and coding of soil data. Technical Paper No. 14. ISRIC.
- Villegas, R., Kauffman, J.H., & Chang, R. (1995). Cuba NASREC Proyect: Establisment and Results. International Network on NASREC. http://library.wur.nl/isric/full-text/isricu_i14812_002.pdf
- Yang, F.Q., Xu, X.P., Wang, W., Ma, J.C., Wei, D., He, P., Pampolino, M.F., & Johnston A.M. (2017). Estimating nutrient uptake requirements for soybean using QUEFTS model in China. PLosOne, 12.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

PROGRAMA DE ACCIONES Y ALTERNATIVAS DE MEJORAS PARA MITIGAR LA EROSIÓN EN LA COOPERATIVA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA "MÁRTIRES DE BARBADOS"

PROGRAM OF ACTIONS AND IMPROVEMENT ALTERNATIVES TO MITIGATE EROSION IN THE MÁRTIRES DE BARBADOS AGRICULTURAL PRODUCTION COOPERATIVE

Olimpia Nilda Rajadel Acosta¹

E-mail: nrajadel@ucf.edu.cu

ORCID: http://orcid.org/0000-0003-2322-1362

Nelson Arsenio Castro Perdomo¹ E-mail: ncastro@ucf.edu.cu

ORCID: http://orcid.org/0000-0002-6939-9473

¹ Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rajadel Acosta, O. N., Castro Perdomo, N.A. (2021). Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados". *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 49-56.

RESUMEN

En la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados", se realizó una investigación no experimental con el objetivo de estructurar un programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión en dicha cooperativa, partiendo de los factores que condicionan pérdidas en este recurso. En el diseño de investigación se emplearon métodos teóricos y prácticos, entre los que destacan revisión documental, encuestas, entrevistas, trabajo en grupo como el taller de sensibilización y mediciones de campo, con el fin de analizar el comportamiento de variables climáticas que inciden de forma directa en las pérdidas de suelo por erosión hídrica fundamentalmente. Como resultados fundamentales se identificaron las afectaciones de los procesos erosivos que muestran los suelos de uso agrícola en la cooperativa objeto de estudio, se seleccionaron las variables que se consideran asociadas a la erosividad (fuerzas activas) y erodabilidad (fuerzas resistentes) del suelo, así como, los factores de variación relacionados con el relieve, el uso y el manejo del suelo para evaluar la pérdida de suelo y se identificaron las principales acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión y garanticen la sostenibilidad productiva de suelos de la cooperativa. Como principal conclusión destaca que, el Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión de suelos elaborado para la cooperativa objeto de estudio, es adecuado a los propósitos para los que se propone y su implementación lo convertirá en herramienta eficaz para el manejo del suelo, de cultivo y el clima, con énfasis en la erosión hídrica.

Palabras clave:

Acciones y alternativas de mejoras erosión, erosividad, erodabilidad, conservación del suelo, degradación del suelo, producción sostenible.

ABSTRACT

In the "Mártires de Barbados" Agricultural Production Cooperative, a non-experimental investigation was carried out with the objective of structuring a program of actions and improvement alternatives that mitigate the erosion in said cooperative, based on the factors that condition losses in this resource. In the research design, theoretical and practical methods were used, among which documentary review, surveys, interviews, group work such as the awareness workshop and field measurements stand out, in order to analyze the behavior of climatic variables that influence directly in soil losses due to water erosion fundamentally. In the Agricultural Production Cooperative "Mártires de Barbados", a non-experimental research was carried out with the objective of structuring a program of actions and improvement alternatives to mitigate erosion in this cooperative, starting from the factors that condition losses in this resource. The research design used theoretical and practical methods including documentary review, surveys, interviews, group work such as the awareness-raising workshop and field measurements, in order to analyze the behavior of climatic variables that directly affect soil losses due mainly to water erosion. The main results were the identification of the erosive processes affecting agricultural soils in the cooperative under study, the selection of variables considered to be associated with soil erosivity (active forces) and erodibility (resistant forces), as well as the variation factors related to relief, soil use and management to evaluate soil loss, and the identification of the main actions and improvement alternatives to mitigate erosion and guarantee the productive sustainability of the cooperative's soils. The main conclusion is that the Program of actions and improvement alternatives to mitigate soil erosion developed for the cooperative under study is adequate for the purposes for which it is proposed and its implementation will make it an effective tool for soil, crop and climate management, with emphasis on water erosion.

Keywords:

Actions and alternatives of erosion improvement, erosivity, erodability, soil conservation, soil degradation, sustainable production.

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos fundamentales en la producción agrícola, lo es el suelo, el que realiza funciones ecosistémicas esenciales, proporcionando bienes y servicios ambientales tales como alimento, fibra, producción de combustibles, secuestro de carbono, regulación del agua y provisión de hábitat a seres vivos (Velásquez, 2017). Es un cuerpo natural formado por elementos y compuestos de naturaleza mineral y orgánica y, además, por organismos vivos, considerado dinámico, por su gran variación yes el resultado de la interacción del clima y los organismos vivos sobre la roca madre, condicionado por la topografía, transformación en la cual el tiempo juega un papel esencial y sirve entre otras cosas, como medio para el crecimiento de las plantas (Ríos, et al., 2015). Autores como Fernández (2018), lo define como un componente fundamental en los ecosistemas terrestres para la nutrición de plantas, animales y el propio ser humano, por lo que resulta indispensable su conservación y manejo, de lo cual depende la sostenibilidad y seguridad alimentaria.

Como recurso, se encuentra sometido a una creciente presión medioambiental que conduce a su degradación, provocada principalmente por la actividad humana ligada a usos agrícolas, forestales o mineros, los que no siempre aplican las adecuadas medidas de conservación (Cartes, 2016). Otras actividades como: industriales; minería; o el turismo, también son responsables de dicha degradación, tanto por el movimiento de suelos, la ocupación de espacios naturales, el aporte de residuos, el uso desmedido de los paisajes, o hasta por la urbanización creciente; todas estas actividades están dañando la capacidad del suelo para continuar prestando la amplia gama de funciones fundamentales, mencionadas anteriormente (Pérez & Merino, 2015).

Es necesario tener en cuenta, que los servicios ecosistémicos son cruciales en el desarrollo económico y en el bienestar social, por tanto, punto de análisis obligado para el establecimiento de procesos de planificación agrícola, sobre todo en países subdesarrollados, sin embargo, representa un asunto ignorado a lo largo de los años, condicionando así, se manifiesten y mantengan, los procesos de la degradación, aun cuando ello afecta a gran parte de la población (Vargas, 2010). El autor de esta investigación agrega que la interacción negativa de los citados procesos, castra los intentos de sostenibilidad en los procesos.

A su vez, es necesario tener en cuenta que la degradación como proceso, es compleja, derivada de factores naturales y humanos y que a consideración de Calonge (2019), se produce por la alteración de su equilibrio dinámico con el entorno. Cortes (2016), señala que este proceso se acrecentada por una falta de manejo, contribuyendo a la pérdida de la capacidad productiva del suelo.

Una situación que llama la atención es que actualmente, los datos sobre degradación de suelos disponibles, son en su mayoría derivados de los levantamientos de suelos, que muchos datan de fines del siglo pasado, sin actualización desde entonces por diversas causas, entre ellas predominan lo económico y la forma poco entendible para los usuarios en que se presenta la información edáfica frecuentemente, constituyendo limitantes para su uso en la solución de problemas prácticos del sector agropecuario (Zink, 2011).

Sin embargo, los Sistemas Productivos Sostenibles como mecanismos de conservación, inciden en procesos de desarrollo local desde las parcelas, los territorios y las regiones. En Cuba, más del 40 % de los suelos muestran afectaciones por erosión, siendo la erosión potencial, según Martínez, et al. (2017), aproximadamente de un 56 %, cifra un tanto alarmante si se considera que, el primer signo de la reacción en cadena desatada por este factor, es la disminución del rendimiento agrícola y en las condiciones actuales, matizada por un aislamiento comercial impuesto por la pandemia generada por la covid-19, sumado a un recrudecimiento del Bloqueo Económico y Financiero impuesto a la isla por Estados Unidos, al alza de los precios de los alimentos y los efectos del cambio climático, obligan a su análisis en los diferentes sitios agroproductivos del país.

Las razones antes expresadas condijeron a plantearse la presente investigación cuyo objetivo es el de estructurar un programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión en dicha cooperativa, partiendo de los factores que condicionan pérdidas en este recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación de tipo Explicativa, No experimental realizada durante el período de abril 2018 a abril 2020 en la CPA "Mártires de Barbados", del municipio Cienfuegos, ubicada en el Consejo Popular Rancho Luna. Se desarrolló en tres fases de trabajo:(1) De campo; (2) De laboratorio y (3) Análisis de datos y procesamiento estadístico. Se emplearon métodos tanto teóricos como prácticos entre los que destacan; encuestas, entrevistas, análisis documental, observación directa, trabajo en grupo y mediciones de campo.

Se tomaron en cuenta, los reportes de actividades o atenciones culturales realizadas a los cultivos durante un periodo comprendido entre los años 2013 – 2018, con el objetivo de relacionar los procesos erosivos y su influencia en los resultados agrícolas, teniendo en consideración las prácticas agrícolas realizadas por cultivo y sus gastos; así como: la base de datos

climáticos del periodo 2013 – 2018 (valores medios anuales de las variables climáticas como, precipitaciones (mm/h), vientos (m/s), radiación solar y Humedad Relativa en %), con el fin de relacionar el comportamiento del clima, los resultados agrícolas obtenidos y la presencia de procesos erosivos, en este período. Además, se consultaron informes técnicos, estudios de suelos realizados en la CPA, así como informes de producción, resultados económicos y reportes de actividades o atenciones culturales realizadas a los cultivos durante un periodo comprendido entre los años 2013 – 2018, con el objetivo de relacionar los procesos erosivos, su influencia en los resultados agrícolas, teniendo en consideración las prácticas agrícolas realizadas por cultivo y sus gastos.

Se realizaron evaluaciones en campo y se determinaron las pérdidas agrícolas, tanto directas como indirectas y se emplearon las Herramientas Metodológicas contenidas del Manual de Procedimientos para la implementación del Manejo Sostenible de Tierras (Urquiza & Alemán, 2011).

Los datos aportados se procesaron estadísticamente (análisis de frecuencia) y mediante criterio de expertos finalmente se conformó el programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión de suelos de la cooperativa objeto de estudio, validado teóricamente, siguiendo lo reportado por Martínez, et al. (2008), desde los criterios de pertinencia, coherencia y factibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación desarrollada en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "Mártires de Barbados," arrojó los resultados siguientes:

Resultados del diagnóstico de los factores que condicionan pérdidas en suelos de uso agrícola. La revisión de informes técnicos y de estudios de suelos realizados en la CPA, permitió la caracterización de los factores físicos-geográficos existentes en el lugar, entre los que destacan:

-Suelos. Según el mapa básico elaborado por el Instituto de Suelos en Cuba (1989), con criterios de la Segunda Clasificación Genética de Suelos, a escala 1: 25 000, en la cooperativa existen los tipos de suelos: Aluvial (XXVI); Fersialítico Pardo Rojizo (VIII); Rendzina Roja (XIII) y Ferralítico Rojo (II), en orden de predominancia. Algunas de las principales características del tipo Aluvial, son: color pardo oscuro a pardo amarillento en profundidad, textura ligera llegando a arenosa, se desarrollan en pendiente con rangos de calificación llana a casi llana (1-3%); requieren de aportes de residuos orgánicos, fertilización química y de agua para la obtención de buenos resultados agrícolas. Por su profundidad (mayor de 45 cm), su textura y buen drenaje interno, son evaluados en categorías agroproductivas I y II, siendo considerados aptos para la generalidad de los cultivos de interés agrícolas.

Este tipo de suelo, posee propiedades que justifican la presencia de procesos erosivos y su vulnerabilidad ante este, destacando por su importancia su textura ligera y el déficit de materia orgánica, acentuado más, debido a que, tradicionalmente, los suelos de esta cooperativa han sido cultivados de forma intensiva, sin que se realicen aportaciones de enmiendas orgánicas o el beneficio de medidas con criterios conservacionistas como rotación de cultivos, incorporación de abonos verdes, medidas antierosivas, etc, que tiendan a mantener o elevar este índice en el suelo. Similar resultado reporta Gálvez, et al. (2002), en suelos que al igual que los de la CPA objeto de estudio, se utilizan intensivamente sin aplicaciones sistemáticos de enmiendas orgánicas.

-Clima. Del análisis de los valores medios anuales de variables climáticas (base de datos periodo 2013 – 2018), se apreció que las precipitaciones es la variable que en la cooperativa ha mantenido una incidencia sostenida en el tiempo, según los registros de datos pluviométricos, (del Instituto de Recursos Hidráulicos y el pluviómetro instalado en la CPA), la intensidad de la tormenta (mm/hrs) y cantidad de agua caída (mm/30 min).La ocurrencia de períodos secos (procesos de seguía) con el consecuente déficit hídrico, han provocado que el manto freático se contamine con sales procedentes de la intrusión marina por su cercanía al litoral costero. En el período lluvioso, se evidenció la ocurrencia de tormentas locales severas (TLS), cuyas consecuencias provocaron inundaciones y arrastres de suelos, que dan lugar a que se observen efectos negativos de procesos intensivos de erosión hídrica, afectándose la producción agrícola, y pérdida de equipos (máquinas de riegos de pivote central instaladas). Estos resultados coinciden con los reportados en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017), donde se señala que una tormenta intensa, no sólo representa un alto impacto potencial de erosión, sino que también genera escorrentías que dan lugar a procesos erosivos como los apreciados en la Cooperativa estudiada.

-Uso de suelos. La revisión documental también aportó información acerca del uso actual de la superficie agrícola de la cooperativa estudiada (total 624 ha), con predominio de cultivos varios y ganadería, existiendo correspondencia con el encargo social que se le ha atribuido a dicha cooperativa, amparado en Resolución No. 1901 de fecha 29 de julio de 2005, emitida por el Ministerio de la Agricultura y que recientemente, fue ampliado indistintamente, por las Resoluciones 982 (8 de agosto de 2001) y la 673 (4 de noviembre de 2013), ambas emitidas por el Ministerio de la Agricultura, de la República de Cuba. Dell intercambio con los productores, pudo conocerse que

los residuales de la ganadería, no son aprovechados como aporte de abono orgánico para la mejora de estos suelos.

Al relacionar el comportamiento de las variables del clima, con los resultados agrícolas obtenidos y la presencia de procesos erosivos, en los períodos donde se apreció comportamiento extremo de estas variables antes mencionadas, puede afirmarse que se cumple lo planteado por Morgan (2005), en lo relativo a que dentro de las variables influyentes en la tasa de erosión se encuentran: el clima, la vegetación, el tipo de suelo, el uso de la tierra y la velocidad del flujo, entre otros y se corrobora su influencia negativa en los resultados agrícolas obtenidos en el período de estudio.

Resultados del recorrido por áreas agrícolas: a partir de este paso, se reconoció e identificó que en las máquinas de riego No. 1 y 5, se muestran las áreas agrícolas de la cooperativa con mayores afectaciones por procesos erosivos, así como, son las que muestran mayor presencia de costras biológicas de suelo, lo que corrobora lo planteado por Bowker, et al. (2006), los cuales han reportado la presencia de CBS en la superficie de los suelos degradados, considerándolas como una herramienta efectiva para evitar la degradación y el avance de la desertificación de estos suelos donde se manifiestan. Además, se observó que, en estas máquinas, los procesos erosivos han incrementado la inestabilidad de los agregados y la propia cohesión del suelo, ya que se mantienen durante varios días sin cubierta vegetal para el desarrollo de las actividades o atenciones culturales encaminadas a la preparación de suelos y no han recibido aporte de residuales orgánicos, lo que incrementó el efecto negativo del impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuyendo su capacidad de infiltración y se incrementó la escorrentía, trayendo consigo la formación de surcos de erosión y en la máquina No 1, las inundaciones por el río Arimao condujeron a la formación de cárcavas de aproximadamente 0,50 m de profundidad y un ancho de 2,00 m.

Ante esta problemática, es preciso sugerir el establecimiento de prácticas conservacionistas y de rehabilitación de suelos, donde se ejecute la preparación de suelos sin remoción de este y manteniendo la vegetación o los restos de cosecha, debido a que dicha vegetación disminuye la erosión, en la medida que aumenta la estabilidad de los agregados del suelo y lo protege, así como, incrementa la capacidad de infiltración, frena los procesos de escorrentía, para lo anteriormente obtenido, se encontró coincidencia con lo planteado por García-Fayos (2004), en lo relativo a la necesidad de mantener la cubierta vegetal, además, de que las plantas tienen la capacidad de interceptar y redistribuir la precipitación, constituyendo un efectivo agente de resistencia del suelo frente a la erosión.

Otra propuesta de manejo de la erosión en el área de estudio, es llevar a cabo un plan de revegetación alrededor del río Arimao que bordea estas superficies agrícolas, teniendo en cuenta la dinámica del ecosistema y el uso de especies nativas del lugar, las que junto a otras especies, funcionarían como nodrizas, de modo que, se produzca el establecimiento del estrato herbáceo y se fomente así, la faja hidrorreguladora perdida con el paso de los años y el desarrollo de las actividades agrícolas casi hasta la misma ribera del rio. Esta propuesta coincide con reportes de García-Fayos (2004), donde se comprobó que este tipo de medida puede contribuir a mitigar el impacto negativo que provocan al sistema agrícola, las pérdidas de suelo que, como desastre ambiental de origen natural, ocasionan tanto al suelo y como a los resultados agrícolas de los cultivos establecidos.

Resultados del intercambio con productores:

-Del taller desarrollado para sensibilizar a los productores con el tema de investigación, se encontró que se abordaron temas relativos a identificar el nivel de conocimientos acerca del proceso de erosión, fundamentalmente sobre su conceptualización, tipos de erosión, sus principales causas, medidas para mitigar su impacto negativo y la identificación de las principales áreas afectadas por este proceso de degradación en la cooperativa, obteniéndose como resultados que más del 70 por ciento de los participantes refirieron no tener conocimientos acerca de estos temas tratados.

-Encuesta a productores directos a la producción en la Cooperativa, la misma también aportó información sobre falta de conocimientos en el tema del manejo de la erosión de suelos y su incidencia en la producción agrícola.

Como se aprecia en los análisis anteriores, el déficit de conocimiento encontrado en esta cooperativa acerca del impacto ecológico y socioeconómico producido por la agricultura convencional, ha conducido a la aparición de grandes limitaciones que constituyen barreras para garantizar la seguridad alimentaria, especialmente de la población hacia la cual se destinan las producciones de la misma, ha provocado degradación fundamentalmente del suelo y ha constituido un factor responsable de la pérdida paulatina del conocimiento o saber campesino en el manejo de los diversos sistemas de producción. Por tal motivo, para alcanzar estos fines, es importante que se definan y ejecuten planes a corto, mediano y largo plazo, a partir del estado y condición del grado de degradación existente en la cooperativa, lo cual coincide con lo planteado por Alfonso y Monedero (2004) y con los reportes de Paneque, et al. (2002), quienes se refieren indistintamente acerca de la necesidad de que los diversos sectores sociales que se involucran en el manejo del suelo, deben tener conocimientos que le permitan participar en la definición y aplicación de

las políticas que se establezcan con relación a este recurso, para así, lograr una gestión agrícola socialmente consensuada.

Resultados del análisis de la incidencia de la erosión en los resultados productivos de la CPA. A partir del análisis del conocimiento existente entre los productores y decisores de la CPA, en lo relativo a:

-Relación pérdidas de suelos / resultados productivos alcanzados en la misma en los últimos cinco (5) años. En las figuras 1 y 2, se muestran evidencias de la tendencia a la disminución en el tiempo los rendimientos agrícolas, a pesar de que se han incrementado las áreas sembradas, este comportamiento es similar en otros cultivos, sólo se seleccionaron el plátano vianda y la fruta bomba por ser los de mayor demanda de la población.



Figuras 1. Producción y rendimientos agrícolas de cultivos fundamentales de establecidos en la CPA Mártires de Barbados, período 2013.



Figuras 2. Producción y rendimientos agrícolas de cultivos fundamentales de establecidos en la CPA Mártires de Barbados, período 2019.

En una buena medida, las causas que han provocado este comportamiento de los rendimientos para ambos períodos, está dado fundamentalmente, por la situación de degradación que actualmente tienen estos suelos, ocasionado tanto por factores naturales como antrópicos. Como vía para palear esta degradación y la detección de áreas críticas que deben ser estudiadas en mayor profundidad, se recomienda como imprescindible, la necesidad de reorientar las políticas que se llevan a cabo en la cooperativa, en función de la conservación y el manejo sostenible del recurso suelo; así como, implementar medidas de mitigación específicas, fundamentalmente a escala de máquina de riego.

- Manejo del proceso erosivo para mitigar su impacto en la gestión productiva. La variabilidad espacial del riesgo de erosión hídrica, observada fundamentalmente en las máquinas de riego más cercanas a la ribera del rio, ha sido provocada en alguna medida por el factor topográfico, características del suelo como la textura, (que le imprimen una mayor susceptibilidad a la erosión y a la erosividad de las inundaciones); así como, la no aplicación de prácticas conservacionistas en el uso y manejo del suelo para el control de la erosión, lo que hace que de acuerdo al comportamiento anual de las variables climáticas, fundamentalmente las precipitaciones, se incrementen cada vez más las pérdidas de suelo, variando desde valores pequeños por la presencia

de erosión real o actual dada por pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo o por mantener el suelo sin cubierta por períodos de tiempo prolongados mientras se realizan acciones de preparación, hasta valores altos, al producirse enormes pérdidas de suelo debido a procesos naturales como las frecuentes inundaciones del rio Arimao.

Estos resultados conllevan a establecer como propuesta, realizar estudios de control de erosión más profundos, que garanticen el establecimiento de un plan de restauración, que debe incluir, obras estructurales, destacando la corrección de cárcavas, consolidación de faja hidrorreguladora, entre otras. En cuanto al manejo del suelo frente a la erosión (fundamentalmente a escala de máquina de riego), se propone desarrollar un uso racional del área de cultivo, precisando la necesidad de estabilizar áreas de inundación con piedras y/o vegetación, establecer franjas de vegetación nativa, cultivar especies herbáceas entre la vegetación establecida como franjas y respetar los cauces naturales de drenaje superficial, entre otras.

Finalmente, se orienta a la dirección de la cooperativa, la necesidad de integrar los servicios ecosistémicos en sus políticas de desarrollo agrícola, ya que la evaluación de los mismos, constituye una valiosa herramienta para el ordenamiento productivo de la superficie agrícola y permite una planificación de los distintos usos de suelo, apoyada en criterios de sostenibilidad.

Acciones y alternativas de mejoras que se proponen para la sostenibilidad productiva de suelos de la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Mártires de Barbados"

Para fundamentar las acciones que se derivan del presente estudio se observaron los aspectos que se detallan a continuación:

- a. Disminución de la escorrentía del suelo, manteniendo su mayor cobertura, para que se logre mejoras en su capacidad de infiltración del agua. En lo planteado existe coincidencia con reportes de González, et al. (2016), referidos a que la capacidad que tiene un suelo de permitir el paso de agua se ve afectado solo si se mantiene un sistema de labranza por varios años que permitan el cambio en la estructura del suelo a través de un número excesivo de labores o preparación del terreno. Por lo antes expuesto este factor es seleccionado como asociado a la erosión hídrica superficial.
- b. Incrementar la presencia de morfoespecies componentes de costras biológicas de suelos (CBS) identificadas en las máquinas de riego estudiadas. Para tal fin se precisan nuevas investigaciones con el apoyo de la biotecnología para lograr a través de la incorporación de inóculos de estas

morfoespecies en suelos de uso agrícola, para este caso particular, se observó que, al aumentar el grado de desarrollo de la costra, la resistencia disminuyó y también la erosión, por incrementarse sobre la superficie del suelo, el porciento de cobertura de las costras dominadas por líquenes.

- c. Desarrollar estudios más detallados acerca de las propiedades físicas del suelo y su relación con el Índice de Cobertura (IC). En la evaluación visual efectuada sobre el comportamiento de la lámina de infiltración en suelos con cobertura de cultivos, se evidenciaron efectos de interacción entre tiempos y usos, corroborándose que los usos afectan esta variable de forma diferente en ciertos periodos de tiempo, es decir, en dependencia de la fase del cultivo y su grado de desarrollo. Por lo que puede afirmarse que, el análisis del historial de uso de suelo, sirve como indicador para predecir el comportamiento de la erosión durante eventos de Iluvia, lo cual coincide con reportes de Bonel et al. (2005) que afirmó que el uso de suelo bosque, mejora su capacidad para almacenar y retener las partículas de suelo y el agua, debido al aporte constante de la materia orgánica.
- d. Realizar estudios anualmente que faciliten el estimado de la pérdida de suelo por erosión laminar y en surcos, a través de la interacción de los factores clima (precipitaciones), tipo de suelo y topografía con el impacto del uso y manejo del suelo. Puede afirmarse que al comparar las tasas de erosión real en el lugar / las tasas de erosión potencial (dada por las características propias del suelo, intensificadas en condiciones de suelo desnudo), es posible recomendar el establecimiento de medidas o prácticas conservacionistas para el control de la erosión en la cooperativa, coincidiendo con los estudios con fines exploratorios y comparativos realizados por Orúe (2007).

De este análisis se derivaron como propuesta de medidas o alternativas las siguientes:

- Mantener la cobertura vegetal, evitando el empleo de máquinas y equipos de preparación de suelos que eliminen esta cobertura y pulvericen el suelo.
- Sistematizar el análisis del historial de uso de suelo, ya que sirve como indicador para predecir el comportamiento de la erosión del suelo durante eventos de lluvia.
- 3. Detección de áreas críticas para implementar medidas de mitigación específicas a menor escala.
- 4. Finalmente, todos los análisis antes referidos permitieron elaborar el programa que se propone como principal resultado de esta investigación y que se expone a continuación, el contenido de la propuesta se muestra en la Figura 3.

Programa de acciones y alternativas de mejoras que mitiguen la erosión de suelos de la cooperativa.

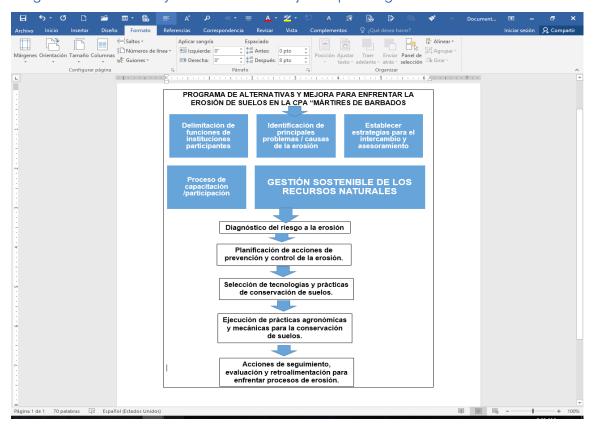


Figura 3. Representación gráfica de la estructuración de los componentes del programa de alternativas y mejoras que se propone para enfrentar la erosión en la CPA "Mártires de barbados" del municipio Cienfuegos.

Su validación teórica fue realizada con el empleo del criterio de expertos se muestra y el análisis de estos criterios con el empleo de la prueba de Kruscal-Wallis aportó que, para las hipótesis H_{0.7} H₁ donde: H_{0.6} existe concordancia entre los expertos. Se obtuvo como resultado que según los resultados de los estadísticos de contraste en H₀, la Significación Asintótica mostró un valor de 0,978, demostrándose que existe interrelación entre los criterios considerados, por lo que no fue necesario evaluar H₁. Además, con este análisis se reforzó la pertinencia de la propuesta de contenido diseñado para el programa. Del análisis de frecuencia efectuado para las actividades o medidas a incluir con la finalidad de incluir también en la planificación acciones de prevención y control de la erosión, se encontró que los valores de frecuencia acumulada relativa de los criterios emitidos por los expertos referentes a las categorías de muy adecuado y adecuado representan el 100 %, por lo que se consideró no necesario hacer otras valoraciones y se optó por considerar el contenido de propuesta de programa en la condición de "adecuado", para las características y problemáticas existentes en la cooperativa objeto de estudio.

Este contenido, validado por los expertos, coincide con programas de este tipo encontrados en la literatura consultada ya que, de modo general, en reportes como los de Oñate y Valdivieso (2004) se considera como aspecto prioritario para el control de la erosión en suelos de uso agrícola, que los procesos erosivos no son de carácter local, así como, que deben ser tomados en consideración, los principios que rigen las cuencas hidrográficas, para la planificación que se establezca desde el punto de vista del manejo y conservación de suelo, donde para reducir pérdidas por erosión, no sólo se traten los problemas del suelo, sino también del agua, para controlar el escurrimiento superficial y reducir la erosión hídrica a pequeña escala.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de la situación actual de las afectaciones de los procesos erosivos de los suelos de uso agrícola en la CPA, aportó que esta se encuentra bajo una gran presión antrópica y natural, que han provocado numerosas modificaciones en las propiedades del suelo, en la biodiversidad y en la dinámica natural del agua.

Entre las acciones y alternativas de mejoras identificadas para mitigar la erosión y elevar la sostenibilidad productiva de suelos de la Cooperativa destacan: mantener la cobertura vegetal con énfasis en la vegetación nativa como las costras biológicas de suelos, sistematizar el análisis del historial de uso de suelo y la detección

de áreas críticas para implementar medidas de mitigación específicas a menor escala.

El Programa de acciones y alternativas de mejoras para mitigar la erosión de suelos en la cooperativa elaborado, se encontró adecuado a los propósitos para los que se propone e incluye la planificación acciones de prevención y control de la erosión, así como, se consideran los principios que rigen las cuencas hidrográficas, desde el punto de vista del manejo y conservación de suelo y agua, para controlar el escurrimiento superficial y reducir la erosión hídrica a pequeña escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonel, B. A., María Morrás, H. J., & Bisario, V. (2005). Modificaciones de la microestructura y la materia orgánica en un argiudol bajo distintas condiciones de cultivo y conservación. *Ciencia del Suelo* 23(1), 1-12.
- Bowker, M. A., Belnap, J., Davidson, D. W., & Goldstein, H. (2006). Correlates of biological soil crust abundance across a continuum of spatial scales: support for a hierarchical conceptual model. *Journal of Applied Ecology*, *43*(1), 152-153.
- Calonge, M. (2019). La importancia del suelo. https://www.ecoagricultor.com/la-importancia-del-suelo/
- Cartes, G. (2016). Degradación de los Suelos Agrícolas y el SIRSD-S. https://www.odepa.gob.cl/wp-content/up-loads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf
- Cuba. Instituto de Suelos. (1989). Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura.
- Fernández, D. (2018). *Propuesta de acciones para mejorar la calidad del suelo en la finca «Guasimal», provincia de Cienfuegos.* (Trabajo de diploma). Universidad de Cienfuegos.
- Gálvez, V., Navarro, N., Otero, L., & Díaz, G. (2002). Determinación y solución de los factores limitantes para la obtención de rendimientos sostenibles de arroz en la UEBA Caribe. *Informe final*.
- García-Fayos, P. (2004). Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. Ecología del mundo mediterránea en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente.
- González, O., Bojórquez, J., Flores, F., Murray, R., & González, A. (2016). Riesgo de erosión hídrica y estimación de pérdida de suelo en paisajes geomorfológicos volcánicos en México. *Cultivos tropicales*, *37*(2), 45-55.
- http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2934/1/manual%20manejo%20sostenible%20de%20tierra.pdf
- Martínez, F., García, C., Gómez, L. A., Aguilar, Y., Martínez, R., Castellanos, N., & Riverol, M. (2017). Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*, *12*(1), 25-38.

- Oñate, F., & Valdivieso, F. (2004). Metodología para la evaluación del riesgo de erosión hídrica en zonas áridas y su aplicación en el manejo y protección de proyectos hidráulicos. *Electrónica de la REDLACH*, 1(1), 27-32.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe. FAO. http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/
- Orúe, M E. (2007). Expansión de la frontera agrícola en Argentina y erosión hídrica: mapas de riesgo utilizando el Modelo USLE con apoyo de SIG. TELEDETECCIÓN-Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional, 185-192. http://www.aet.org.es/congresos/xii/arg24.pdf
- Paneque, R., Haroldo, C., & Elidí, R. (2002). Agricultura conservacionista-camino para una agricultura sustentable. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *11*(1), 1-5.
- Pérez, J., & Merino, M. (2015). Definición de problemas ambientales. https://definicion.de/problemas-ambientales/
- Ríos, E., González, I. D., & Cotler, H. (2015). Suelos, bases para su manejo y conservación. Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable.
- Urquiza, M.N., & Alemán García, C. (2011). Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras.
- Vargas, F. (2010). Estimación de pérdida de carbono en el suelo por erosión hídrica laminar bajo diferentes escenarios de producción hortícola y ganadera en la subcuenca del río Birrís, Costa Rica (Tesis Maestría). Universidad de Costa Rica.
- Velásquez, J. A. (2017). Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia. Análisis de la fitorremediación como estrategia biotecnológica de recuperación. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 8(1).



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

PROGRAMA DE EXTENSIÓN FORESTAL DIRIGIDO A BYRSONIMA CRASSIFOLIA (L.) EN LA COMUNIDAD PERALEJO

FORESTRY EXTENSION PROGRAM OF BYRSONIMA CRASSIFOLIA (L.) IN THE PERALEJO COMMUNITY

Yennis Daliana Boza Naranjo¹ E-mail: dboza@dimitrov.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9982-0871

Ana Luisa Figueredo Figueredo² E-mail: afigueredof@udg.co.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7855-5047

Daramis Guerra Sánchez² E-mail: dguerras@udg.co.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3404-9350

Jesús Emanuel Méndez Álvarez² E-mail: jmendeza96@aol.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2303-0793

¹ Instituto de Investigaciones Jorge Dimitrov. Granma. Cuba.

² Universidad de Granma. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Boza Naranjo, Y. D., Figueredo Figueredo, A. L., Guerra Sánchez, D., & Méndez Álvarez, J. E. (2021). Programa de extensión forestal dirigido a Byrsonima crassifolia (I.) en la comunidad Peralejo. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 57-66.

RESUMEN

El artículo que se presenta tiene como propósito fundamental la propuesta de un programa de extensión forestal dirigido al restablecimiento de la especie Byrsonima crassifolia en la Comunidad Peralejo, del municipio Bayamo, provincia Granma. El programa se desarrolló durante los meses de septiembre de 2019 a marzo de 2020, en tres etapas fundamentales: diagnóstico, diseño y ejecución del programa de extensión forestal, y por último su valoración. En el proceso se utilizaron técnicas y métodos de la investigación científica (teóricos y empíricos) que garantizaron la obtención de resultados cualitativamente superiores, tanto para la comunidad como para el rescate de la especie. La información obtenida con la aplicación de diferentes instrumentos se procesó a través del paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows. Los principales resultados arrojan la pertinencia de la investigación a partir de la significación histórica de la especie que contrasta con el alto nivel de desconocimiento que poseen al respecto los decisores en el área.

Palabras clave:

Programa de extensión forestal, Byrsonima crassifolia (L.), extensionismo forestal, especies forestales.

ABSTRACT

The main purpose of this article is to put forth a forestry extension program aimed at the reestablishment of the Byrsonima crassifolia species in the Peralejo Community, Bayamo municipality, Granma province. The program was developed during the months of September 2019 to March 2020, in three fundamental stages: diagnosis, design and execution of the forestry extension program, and finally its evaluation. In the process, techniques and methods of scientific research were used (theoretical and empirical) that guaranteed the obtaining of qualitatively superior results, both for the community and for the rescue of the species. The information obtained with the application of different instruments was processed through the statistical package SPSS version 21 for Windows. The main results show the relevance of the research based on the historical significance of the species, which contrasts with the high level of ignorance that decision-makers in the area have in this regard.

Keywords:

Forestry extension program, Byrsonima crassifolia (L.), forest extension, forest species.

INTRODUCCIÓN

Cuba, la mundialmente conocida "Isla del Tesoro", guarda en sus montes una de sus más preciadas fortunas, más allá de las anécdotas contadas o los productos de nuestra manufactura agrícola o cultural. Su singular flora, casi desconocida incluso por sus habitantes, podría ser sin lugar a dudas un caudal de riquezas por descubrir (González, et al., 2016). Reyes, et al. (2016), se refieren a la variedad de la vegetación cubana y diferencias en cuanto a la cantidad de lluvia, suelo, altitud y demás factores ecológicos. Se puede agregar a esto que muchas de las especies de esta flora poseen un alto valor histórico, reconocidas como elementos identitarios de un acontecimiento, personalidad o localidad. Dentro de estas se encuentra *Byrsonima crassifolia*.

Independientemente de su valor histórico, es necesario destacar –en breve síntesis- que la especie posee muchos atributos que han llamado la atención de un gran número de investigadores. Avilés (2015), plantea que Byrsonima crassifolia es una especie muy valorada por sus frutos comestibles, agridulces y ligeramente ácidos, los cuales pueden consumirse frescos o procesados en jaleas, refrescos, helados y otros productos. Esta especie tiene además una variedad de usos tradicionales y silvícolas. Según Ramos, et al. (2020), a pesar de que su cultivo es poco conocido, el mismo presenta gran importancia socioeconómica y usos medicinales para muchas regiones. Asimismo, por sus múltiples cualidades medicinales es muy común su uso en las comunidades rurales, y sus beneficios como componente de programas de reforestación. Ortíz (2017), plantea que por ser una especie que se adapta a suelos degradados con pendientes pronunciadas, constituye un valioso recurso en programas de reforestación. Guzmán, et al. (2013); y Maldonado, et al. (2017), abordan la necesidad de desarrollar investigaciones con diferentes técnicas y tratamientos para su germinación y propagación, para lograr una mejor reproducción de la especie.

Como se puede apreciar son muy variados los usos que se le atribuyen a la especie objeto de investigación, lo cual corrobora la importancia de su estudio; no obstante, en el presente artículo -sin dejar de tener en cuenta todos los beneficios que esta ofrece-se enfatiza en la significación histórica de la especie. Esta particularidad está dada a que el nombre común de Byrsonima crassifolia (peralejo) identifica a una comunidad de la Provincia Granma, y esta a su vez a la batalla que inmortalizara el "Titán de Bronce" Antonio Maceo, considerada como una de las acciones más exitosas llevadas a cabo sobre las tropas españolas, ocurrida en 1895. Sobre este acontecimiento que tuvo lugar en el siglo XIX, Gómez (1895), plantea que, en el sitio que tuvo lugar la acción, camino y sabana estaban bordeados por monte de guásimas, peralejos y marañones, que se espesaba más adentro, pero que en una determinada extensión tenía bastante claridad para permitir emboscarse a la infantería y maniobrar a la caballería.

Luego de un diagnóstico realizado en la Comunidad Peralejo se determinó que existe un número muy reducido de individuos de esta especie que a criterio de los autores y de especialistas reconocidos en la provincia representa un símbolo de dicha comunidad, basado en la tradición histórica y de lucha de nuestro pueblo. Al establecer una relación entre la especie y la historia, se considera necesario desarrollar acciones que contribuyan a la recuperación de esta especie en el área objeto de investigación (Peralejo). Se plantea entonces como objetivo, proponer un programa de extensión forestal dirigido al restablecimiento de la especie Byrsonima crassifolia en la Comunidad Peralejo, que contribuya a la sensibilización de los comunitarios hacia el cuidado, protección y fomento de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en dos etapas fundamentales: diagnóstico del estado inicial de los conocimientos que poseen los comunitarios de Peralejo sobre la especie *Byrsonima crassifolia* y diseño y ejecución del programa de extensión forestal, lo cual permitió la aplicación de las diferentes técnicas e instrumentos hasta lograr el diseño definitivo del programa y su aplicación.

En la primera etapa se realizó una entrevista semi-estandarizada a líderes y dirigentes (Anexo I) de la comunidad para diagnosticar los conocimientos que poseen sobre *Byrsonima crassifolia* como elemento identitario de la comunidad objeto de investigación. Se intercambió información, además, con personalidades del área de Patrimonio de la Provincia Granma y de la oficina del Historiador de la Ciudad de Bayamo.

La muestra seleccionada coincide con la población (24 dirigentes y líderes), pues al ser Peralejo una comunidad pequeña, se consideró pertinente aplicar la entrevista al 100 % de líderes y dirigentes de dicha comunidad. El tipo de muestreo realizado fue intencional, ya que los autores decidieron —en función de la investigación desarrollada- que serían entrevistados los dirigentes y líderes, como decisores principales de la comunidad. Estos miembros de la comunidad serán los encargados de multiplicar las experiencias y los conocimientos adquiridos con el resto de los comunitarios. Para el procesamiento de entrevistas, se utilizó el software SPSS (versión 21), lo que posibilitó mayor precisión y cientificidad en la interpretación de los resultados obtenidos.

De forma paralela a la aplicación y procesamiento de la entrevista se fue desarrollando la observación científica— participativa (Anexo 2) para la identificación de ejemplares de la especie en el área. En el área de estudio se pudieron identificar varios ejemplares, pero muy aislados; se hallaron individuos en un terreno que se encuentra por la parte de atrás de la escuela, en dos fincas y cerca de la orilla de la carretera Bayamo-Manzanillo.

Para el diseño del programa de extensión forestal se tuvo en cuenta los elementos propuestos por profesores del Departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad de Granma, así como fue determinante las necesidades identificadas con la entrevista que se realizó a los líderes y dirigentes de la comunidad e intercambios desarrollados en diferentes momentos de la investigación. Dicho programa se desarrolló entre los meses de septiembre de 2019 y marzo de 2020 en la Comunidad Peralejo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tareas trazadas en el programa de extensión responden a una organización lógica, en las que además de los elementos anteriormente mencionados, se tuvo en cuenta el estado actual de la población de peralejo en el área, comprobándose luego de un recorrido por esta, que del reducido número de los individuos existentes la mayoría están enfermos. Esta situación refuerza aún más la necesidad de dar atención a la disminución de la población de *Byrsonima crassifolia* en la Comunidad Peralejo, lo cual se considera que incide en el desconocimiento de elementos relacionados a la identidad cultural de la comunidad asociados a la especie.

La provincia Granma, rica en acontecimientos históricos, atesora con orgullo dentro de la cultura inmaterial, hechos que evidencian las tradiciones de lucha de nuestro pueblo, y que es responsabilidad de las nuevas generaciones mantener vigentes. Si a estos hechos se asocian relaciones con el patrimonio forestal cubano, pues sin lugar a dudas es una necesidad desarrollar programas, estrategia y acciones que favorezcan la preservación de las raíces y tradiciones del pueblo.

El programa propuesto enfatiza en el trabajo con líderes y dirigentes de la comunidad; sin embargo, se espera que como uno de los resultados a mediano y largo plazo contribuya a que estos transmitan sus conocimientos y experiencias a los más jóvenes, resaltando las características y propiedades de esta especie y su relación con la historia local y nacional, lo que repercutirá de forma positiva en el desarrollo cultural de la comunidad. Las necesidades que encuentran su expresión en programas extensionistas, alcanzan su satisfacción en actividades formativas en las que se transmiten conocimientos, habilidades y valores entre los comunitarios, e inciden en el desarrollo sostenible de la comunidad, desde la concientización y la toma de decisiones éticamente correctas. Asimismo, se considera muy importante la participación de los estudiantes de la carrera Ingeniería Forestal durante todo el desarrollo del programa de extensión, en el que estos, desde la experiencia colectiva fortalecieron su formación ambiental. Se coincide con los criterios de Artiles (2012); Quintana (2015); Espinosa & Diazgranado (2016); Lugo, et al. (2017), quienes se refieren al desarrollo de una cultura ambiental en el proceso de formación inicial del profesional capaz de contribuir a una sociedad sostenible y

sustentable, y en la que los jóvenes ocupan un lugar esencial. A continuación, se concretan cada uno de los elementos del programa de extensión forestal en la Comunidad Peralejo (Tabla 1):

Tabla 1. Programa de extensión forestal dirigido a *Byrsonima crassifolia* (L.) en la Comunidad Peralejo.

					Curso académic					2019-2020				
Meta	Objetivos	Recursos necesarios	Personas implicadas	Principales tareas	S	0	N	D	Е	F	М			
ncia de proteger y omunidad.	Diagnosticar los conocimientos que poseen los principales líderes y dirigentes de Pera- lejo sobre la especie Byrsonima crassifolia.	Guía para la entrevis- ta, teléfono celular, agenda y lápiz.	Responsables del programa de extensión, líderes y dirigentes de la comunidad.	Entrevista a los líderes y dirigentes de la Comunidad Peralejo para diagnosticar los conocimientos que poseen sobre la especie Byrsonima crassifolia y su relación con la historia local.	Х									
sarios sobre la import. la sobre el resto de la	Diagnosticar los con los principales lídere lejo sobre la especie	Progra- ma de extensión forestal, teléfono celular, agenda y lápiz.	Responsables del programa de extensión, líderes y dirigentes de la comunidad.	Elaboración, análisis y discusión del pro- grama de extensión forestal con los líderes y dirigentes de la comunidad.	×									
Lograr que los líderes y dirigentes de la Comunidad Peralejo adquieran los conocimientos necesarios sobre la importancia de proteger y fomentar la especie Byrsonima crassifolia, sustentado en una labor de concientizar a los líderes y dirigentes de la Comunidad Peralejo sobre la especie a instituciones, entidades y organizaciones en cuanto lejo sobre la especie Byrsonima crassifolia para su localidad.	Ordenador portátil.	Responsables del programa de extensión, Historiador de la Ciudad de Bayamo y delegado.	Coordinación con representantes de la Oficina del Historiador de la Ciudad para el desarrollo de acciones conjuntas entre esta institución, la Universidad de Granma (UDG) y la Comunidad Peralejo.	Х										
	Involucrar en el cuidado, conse to de la especie a instituciones nes que contribuyan a la toma al tema investigado.	Ordenador portátil.	Responsables del programa de extensión, Miem- bros de diferentes núcleos del Partido Comunista de Cuba (PCC) del Municipio Bayamo, delegado y coordinadores de CDR de la Comuni- dad Peralejo.	Colaboración con el desarrollo de proyecto que rinde homenaje a Antonio Maceo y a la Batalla de Peralejo con el tratamiento de la especie Byrsonima crassifolia.							×			
Lograr que los líderes y dirigentes de fomentar la especie Byrsonima crass	Concientizar a los líderes y dirigentes de la Comunidad Peralejo sobre el significado de la especie Byrsonima crassifolia para su localidad.	Ordenador portátil, datashow	Historiador de la Ciudad de Baya- mo, responsables del programa de extensión, líderes y dirigentes de la comunidad, profe- sores y estudiantes de la UDG.	Conferencias Especializadas sobre la historia de la Comunidad Peralejo y la especie Byrsonima crassifolia.		x								

Crear espacios de intercambio entre los líderes y dirigentes mentalmente con jóvenes y niños.	Plegable, semillas, bolsas de polietileno, materia orgánica, posturas de la especie Byrsonima crassifolia	Responsables del programa de extensión, líderes, dirigentes, jóvenes y pioneros de la Escuela Primaria.	Charla sobre los requerimientos para el fomento de la especie en la comunidad.				X	
	Plegable, semillas, bolsas de polietileno, materia orgánica, posturas de la especie Byrsonima crassifolia.	Responsables del programa de exten- sión, Estudiantes de la UDG, maes- tros, promotora cul- tural y pioneros de la Escuela Primaria.	Creación de un Círculo de Interés con los pioneros de la Escuela Primaria para fomentar el amor hacia el estu- dio, cuidado y conser- vación de la especie, fundamentalmente en su comunidad.			×		
otros miembros de la (Plegable	Responsables del programa de exten- sión, directivo de la CCS, estudiantes de la UDG y traba- jadores de la CCS	Intercambio con traba- jadores y directivo de la CCS para debatir acerca de los principa- les usos y beneficio de la especie.		Х			
con otros miembros de la Comunidad Peralejo, funda-	Ordenador portátil, imágenes, plegable, pobla- ción de Byrsonima crassifolia.	Responsables del programa de extensión, estudian- tes y profesores de la UDG, líderes y dirigentes, Historia- dor de la Ciudad, maestros y pione- ros de la Escuela Primaria, y otros miembros de la comunidad.	Recorrido dirigido: día de campo en la Comunidad Peralejo para familiarizar a los comunitarios con la po- blación de Byrsonima crassifolia, su localiza- ción en la comunidad y la necesidad de su cuidado, conservación y restablecimiento.		×			
ocializar la información sc ctividades desarrolladas c	Socializar la información sobre la especie y las actividades desarrolladas en la comunidad. Ordenador portátil, al comunidad. Ordenador portátil, al comunidad. In comunidad. Ordenador portátil, al comunidad. Sociales.	Responsables del programa de extensión, activista de comunicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, líderes, dirigentes y todo el que acceda a facebook y a la Intranet de la UDG.	Visibilización en las redes sociales de las actividades desarrolla- das en la comunidad.			x		
ore la especie y las n la comunidad.	Ordenador portátil, plegable,	Responsables del programa de extensión, Inge- niero Informático, líderes, dirigentes, otros comunitarios, estudiantes y profe- sores de la UDG.	Diseño, impresión y distribución de plegables (Anexo 3) sobre la especie Byrsonima crassifolia: ubicación taxonómica, descripción botánica, ecología, principales usos, relación con la Historia de Cuba.		х			

|--|

Leyenda: S:septiembre; O:octubre; N: noviembre; D: diciembre; E: enero; F: febrero; M: marzo

En cuanto a la evaluación por tareas, que incluye la valoración sistemática y discusión de los resultados logrados hasta el momento y lecciones que deben incorporarse a los planes futuros de desarrollo, se puede platear a modo de resumen que los resultados alcanzados con el desarrollo de cada una de ellas superaron, en lo cualitativo, las expectativas de los responsables del programa. En esto fue determinante la acogida que tuvo el programa extensionista no solo por los líderes y dirigentes, sino en toda la comunidad.

El programa se convirtió, además, en una vía para que los profesionales en formación asumieran la gestión de sus conocimientos como un proceso necesario para fortalecer desde la extensión, los conocimientos adquiridos en los componentes académico, laboral e investigativo. Estrada & Benítez (2010); Almuiñas, et al. (2015); Freire, et al. (2016); y Ponjuán (2018), se refieren a la pertinencia de la aplicación de la gestión de la información y el conocimiento desde la academia, para la obtención de resultados superiores que impacten en la sociedad.

Contribuir, desde la toma de conciencia y el desarrollo de valores ambientales, a la conservación del patrimonio forestal, constituye una necesidad de primer orden y una responsabilidad de toda persona sin importar la edad, sexo, nivel de instrucción o desempeño laboral. Muchos de los problemas a que se ven expuestos los recursos forestales tienen solución en la propia comunidad, por eso resulta de vital importancia adelantarse a esto con un trabajo persuasivo, en el que todos tengan participación y se sientan que ellos pueden marcar la diferencia en la búsqueda del bien común.

Si a todo esto se suma que esos recursos forestales forman parte de la historia del país, la gratificación del trabajo desarrollado es mayor aún. Mantener vivas las tradiciones, la historia, los valores que nos identifican y que nos hacen ser quienes somos, no puede escatimar esfuerzos, como tampoco lo puede hacer el conservar nuestro patrimonio forestal.

CONCLUSIONES

La necesidad de reproducir la especie *Byrsonima crassifolia* en la Comunidad Peralejo se sustenta en la disminución perceptible de las poblaciones de una especie con un alto valor histórico que representa un símbolo de esta localidad y de la Historia de Cuba, además de las propiedades beneficiosas que posee.

El diseño y ejecución del programa de extensión forestal dirigido a la especie *Byrsonima crassifolia* responde a la necesidad del cuidado, protección y reproducción de una especie devenida en símbolo para la historia de la Comunidad Peralejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almuiñas, J. L., Passailaigue, R., & Galarza, J. (2015). La gestión de la información y el conocimiento: Una oportunidad para las instituciones de educación superior. Universidad Y Sociedad, 7(2).
- Artiles, M. (2012). Contribución de la educación Ambiental a la Cultura Científica y la Educación Bioética en la formación inicial de los estudiantes de la carrera de Biología-Química. Varona. Revista Científico-Metodológica, 54.
- Avilés, G. (2015). Rico y popular: Importancia y usos tradicionales del nanche (*Byrsonima crassifolia (L.) Kunth.* http://www.cicy.mx/sitios/desde_herbario/
- Espinosa, J. Á., & Diazgranado, L. M. (2016). La formación ambiental de los estudiantes. Recomendaciones para su consideración en la universidad. Revista Universidad y Sociedad, 8(3), 13-22.
- Estrada, V., & Benítez, F. (2010). La gestión del conocimiento en la nueva universidad cubana. Revista Universidad y Sociedad, 2(2).

- Freire, M. C, Leyva, M. C., & Osoria, A. (2016). Estrategia para incorporar la dimensión ambiental en la gestión del conocimiento para el desarrollo local sostenible. Hombre, Ciencia y Tecnología, 20(2), 34-41.
- Gómez, S. (1895). La acción de peralejo. Editorial La propaganda literaria.
- González, L. R., Palmarola, A., Barrios, D., González, L., Testé, E., Bécquer, E.R., Castañeira, M.A., Gómez, J.L., García J.A., Rodríguez, D., Berazaín, R., Regalado, L. & Granado, L. (2016). Estado de conservación de la flora de Cuba. Bissea, 10(1).
- Guzmán, A. M., Cruz, E., & Miranda, C. A. (2013). Germinación de semillas de Byrsonima crassifolia (L.) Kunth. Rev. Mex. Cien. For. 4(20).
- Lugo, A. C., Álvarez, C., & Estrada, C. (2017). La formación ambiental dirigida a la protección de la diversidad biológica cubana. Mendive, 15 (3), 263-275.
- Maldonado, M. A., García, G., García, J. R., & Rojas, A. R. (2017). Propagación vegetativa de nanche *Malpighia* mexicana y Byrsonima crassifolia. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(3), 611-619.
- Ortíz, E. (2017). Estructura poblacional y distribución espacial de Byrsonima crassifolia (L.) Kunth en la Comunidad de Peralejo, Provincia Granma. REDEL. Revista Granmense de Desarrollo Local, 1(3).
- Ponjuán, G. (2018). La información y el conocimiento como recursos organizacionales en Cuba: algunos aportes sobre este proceso desde la academia. Bibliotecas. Anales de Investigación, 14(1), 73-81.
- Quintana, E. A. (2015). Cimientos de la ambientalización en la educación superior. La formación ambiental del docente. Revista Cubana de Educación Superior, 2, 99-104.
- Ramos, E., Pérez, J. C., Vázquez, J. Hernández, G & González, O. (2020). Comparación de las propiedades fisicoquímicas de dos fenotipos de nanche (Byrsonima crassifolia L.). Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 29(2), 64-73.
- Reyes, O. J., Vadel, E., Portuondo, E. & Fornaris, E. (2016). Características fisonómicas y funcionales del matorral costero y precostero, costa sur oriental, Cuba. Foresta Veracruzana, 18(2), 37-44.

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista a líderes y dirigentes de la Comunidad Peralejo.

Objetivo: Diagnosticar el estado inicial de los conocimientos sobre la especie Byrsonima crassifolia en la Comunidad Peralejo.

- 1. ¿Conoce usted la historia acerca del origen del nombre de la comunidad?
- ¿Conoce usted sobre la existencia de la especie Byrsonima crassifolia en la comunidad?
- ¿Tiene información sobre alguna investigación que se haya desarrollado sobre esta especie?
- Considera necesario que se realice un trabajo extensionista con esta especie ¿Por qué?
- ¿Qué actividades sugiere usted que se desarrollen en función de fomentar esta especie?
- ¿Qué área de la comunidad considera usted apropiada para fomentar la especie?
- 7. ¿Está dispuesto (a) a colaborar?

Anexo 2. Guía para la observación científica participativa.

Objetivo: Identificar los individuos de la especie *Byrsonima crassifolia* en las áreas de la comunidad Peralejo

Á voc do la lacelidad	Individuo	os adultos	Individuo	Individuos jóvenes					
Área de la localidad	Individuos sanos	Individuos enfermos	Individuos sanos	Individuos enfermos	Total de individuos				
Parte de atrás de la escuela		2	1	3	6				
Fincas particulares (2)	3	6	5	6	20				
Cerca de la orilla de la carretera		1	2	6	9				
Frecuencia de observación: Se desarrolló durante el mes de septiembre de 2019.									

Anexo 3. Plegable con información sobre Byrsonima crassifolia distribuido en la comunidad.

Byrsonima crassifolia

Kunth



Especie perteneciente al Reino Plantae, Subreino Tracheobionta, División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Subclase Rosidae, Orden Malpighiales, Familia Malpighiaceae y Género Byrsonima (Anderson, 2007). Como sinonimia de la especie se tiene: Byrsonimabia cuminata Rusby; Byrsonima

coriacea (Sw.) DC.; Byrsonima cotinifolia

Byrsonima crassifolia es un árbol originario de Mesoamérica. Se extiende desde el sur de México, hasta Perú, Bolivia, Paraguay, Brasil.

Presenta una amplia distribución en toda la zona tropical de México, desde el sur de Tamaulipas y este de San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Golfo y de Sinaloa hasta Chiapas en el Pacífico. Muy popular en la Cuenca del Balsas. Se le encuentra en suelos bastante degradados. Puede soportar condiciones de drenaje excesivamente rápido o con drenaje deficiente que se inundan en la época húmeda y se secan en el periodo de sequía. Se le observa en





Es un árbol pequeño y torcido o arbusto perennifolio (caducifolio en bosques secos), de 3 a 7 m (hasta 15 m) de altura que presenta un diámetro a la altura del pecho de hasta 30 cm. El mismo presenta una copa amplia y abierta o irregular. Hojas alargadas, decusadas, simples

Su tronco es tortuoso con ramas ascendentes y frecuentemente ramificadas desde el suelo Sus flores son en racimos o panículas estrechas terminales de 5 a 15 cm de largo, pubescentes; flores actinomórficas, de color amarillo-rojizo. Los frutos en infrutescencias péndulas de 10 a 15 cm de largo; drupas globosas, de 1.7 a 2 cm de diámetro, amarillentas a ligeramente anaranjadas, con una abundante carne agridulce



Tiene gran importancia silvícola y ecológica. La especie restaura la capacidad regenerativa del bosque ya que crece a pleno sol y produce fruto rápidamente después de haber sido plantada. Esto atrae a animales que contribuyen a la dispersión de semillas , puede usarse para cercas vivas y se ha usado exitosamente para restaurar la productividad agrícola en campos en barbecho.

En la medicina natural tradicional a esta especie se le atribuyen muchas propiedades tales como desinflamantes, calmantes, antidiarreicas y febrífugas. Su plaga más recurrente es la Mosca de la Fruta, pero suele verse afectada también por los trips que causan daños irreparables en flores y frutos. Es astringente, antiséptico, emoliente, antibacterial, antioxidante, expectorante, cicatrizante, febrífugo, estomáquico y antidisentérico. Las hojas tienen propiedades diuréticas y antigonorréicas, eritema, erisipela, estomacal, vómito de sangre, hemorroides, dolor de cabeza y

La semilla molida sirve para tratar el sarampión, viruela, estomáquico, enfermedades del riñón, disentería y febrífugo, como astringente y ligero purgante. El aceite de las semillas puede usarse con buen éxito contra la lepra. La pulpa se usa para las quemaduras y ampollas. La raíz es digestiva y antitusiva.

Esta especie tiene una gran significación histórica, dado que el nombre común de Byrsonima crassifolia (peralejo) le da el nombre a una comunidad, y esta a su vez a la batalla que inmortalizara nuestro "Titán de Bronce" Antonio Maceo. Considerada como una de las batallas más exitosas llevadas a cabo sobre las tropas españolas, ocurrida en 1895, según Antich (1957) y Gutiérrez y Rivero(1999) esta acción militar tomó este nombre por haberse desarrollado en un campo donde existían plantas conocidas con el nombre de peralejo.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

MICROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO CULTIVAR ENANO GUANTA-NAMERO (MUSA SPP., AAB) CON EL EMPLEO DEL PECTIMORF®

MICROPROPAGATION OF ENANO GUANTANAMERO PLATAIN CULTIVAR (MUSA SPP., AAB) WITH THE USE OF THE PECTIMORF®

Misterbino Borges García¹ E-mail: mborges@udg.co.cu

ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2052-7294

Diana María Reyes Avalos² E-mail: dreyesa@udg.co.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2305-387X

Alexis Frías Mojena³

E-mail: friasmojenaalexis@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0798-5618

¹ Universidad de Granma. Cuba.

² Centro Universitario Municipal Jiguaní. Granma. Cuba.

³ Biofábrica Granma. Granma. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Borges García, M., Reyes Avalos, D. M., & Frías Mojena, A. (2021). Micropropagación del plátano cultivar enano guantanamero (Musa spp., AAB) con el empleo del Pectimorf®. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 67-73.

RESUMEN

El plátano cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB). es uno de los más cultivados en Cuba, sin embargo, los nuevos biorreguladores del crecimiento, como el Pectimorf®, no se ha utilizado en la propagación in vitro de este cultivar. Esta investigación tuvo como objetivo mejorar el proceso de propagación masiva de plantas in vitro de plátano cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB) mediante el uso del Pectimorf® solo (5 y 10 mg. L-1) y combinado con reguladores del crecimiento (AIA y BAP) en la fase de multiplicación y enraizamiento in vitro. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con tres replicas por cada tratamiento. A los 21 días se evaluó en las plantas in vitro en las fases de multiplicación (número de brotes; altura del pseudotallo; número de hojas y número de raíces) y enraizamiento (altura del pseudotallo; número de hojas por planta, número de raíces, longitud de la raíz; masa seca foliar y masa seca de las raíces). La experiencia de innovación biotecnológica en la micropropagación del plátano cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB) con el uso del Pectimorf® mejoró de manera significativa el proceso de propagación masiva de plantas in vitro donde se demostró que la combinación BAP 4 mg. L-1 + Pectimorf'® 10 mg.L-1 sustituye el AIA 0,65 mg.L-1 en la fase de multiplicación, y el AIA 1.3 mg.L-1 + Pectimorf'® 10 mg.L-1 tuvo un efecto sinérgico en la fase de enraizamiento de las plantas in vitro.

Palabras clave:

Biorreguladores del crecimiento, enraizamiento, multiplicación, plantas in vitro, reguladores del crecimiento vegetal.

ABSTRACT

The Enano Guantanamero plantain cultivar (Musa spp., AAB), is one of the most cultivated in Cuba; however, new growth bioregulators, such as Pectimorf®, have not been used in the in vitro propagation of this cultivar. The objective of this research was to improve the process of mass propagation of in vitro plants of Enano Guantanamero plantain cultivar (Musa spp., AAB) by using Pectimorf® alone (5 and 10 mg L-1) and combined with growth regulators (AIA and BAP) in the multiplication and rooting phase in vitro. A completely randomized design with three replicates per treatment was applied. After 21 days, plants were evaluated in vitro in the multiplication (number of shoots; pseudostem height; number of leaves and number of roots) and rooting phases (pseudostem height; number of leaves per plant, number of roots, root length; leaf dry mass and root dry mass). The experience of biotechnological innovation in the micropropagation of banana cultivar Dwarf Guantanamero (Musa spp., AAB) with the use of Pectimorf® significantly improved the process of mass propagation of plants in vitro where it was demonstrated that the combination of BAP 4 mg. L-1 + Pectimorf'® 10 mg.L-1 replaced AIA 0.65 mg.L-1 in the multiplication phase, and AIA 1.3 mg.L-1 + Pectimorf'® 10 mg.L-1 had a synergistic effect on the rooting phase of in vitro plants.

Keywords:

Growth bioregulators, rooting, multiplication, in vitro plants, plant growth regulators.

INTRODUCCIÓN

El plátano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el plátano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020).

El uso de las técnicas de cultivo in vitro para la micropropagación del plátano abre un nuevo camino, dado por las ventajas que el mismo ofrece con relación a los métodos tradicionales de propagación de este cultivo.

El cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB), es uno de los que más se planta en Cuba por el interés que tiene entre los productores como plátano vianda. Aunque se propaga in vitro de forma rutinaria en las biofábricas en Cuba, la eficiencia de este proceso puede estar condicionada por factores como el medio de cultivo, lo que pudiera influir en un bajo coeficiente de multiplicación. Además, este cultivar, al igual que otros, puede tener afectaciones en la supervivencia durante la fase de aclimatización.

Muchas son las investigaciones de un grupo de sustancias bioactivas o estimuladoras del crecimiento en Cuba y otros países, las cuales pueden utilizarse como sustitutos parciales o totales de los reguladores del crecimiento comúnmente empleados en los medios de cultivo de los esquemas de micropropagación en el campo de la biotecnología vegetal; dentro de este grupo está el Pectimorf®, que ha sido empleado para promover diferentes procesos en plantas, tanto in vitro como ex vitro (Borges, et al., 2017).

El Pectimorf® es un producto natural e inocuo, constituido por una mezcla de oligosacáridos biológicamente activos, obtenidos a partir de la pectina cítrica, cuyo principio activo es una mezcla de -1,4-oligogalacturónidos con grado de polimerización (GP) entre 9 y 16. Es considerado un potente elicitor de defensa en plantas y estimulante del crecimiento y diferenciación celular de distintas especies vegetales (Suárez & Hernández, 2015).

En Cuba el plátano se propaga de forma rutinaria en la Biofábricas con el empleo de los reguladores del crecimiento ácido indol acético (AIA) y bencil aminopurina (BAP) en el medio de propagación in vitro del cultivar Enano Guantanamero a escala comercial los cuales son adquiridos en moneda libremente convertible, lo que encarece el proceso de micropopagación. Sin embargo, no se han realizado investigaciones acerca del uso de diferentes concentraciones de Pectimorf® en el medio de cultivo de propagación de las plantas in vitro y su efecto ulterior en la adaptación de las plántulas aclimatizadas, como una alternativa factible de utilización de los bioreguladores de producción nacional de bajo costo para mejorar la eficiencia del proceso biotecnológico.

Tomando en consideración lo antes expuesto, la presente investigación se planteó como objetivo mejorar el proceso de propagación masiva de plantas in vitro de plátano clon Enano Guantanamero en las fases de multiplicación y enraizamiento mediante el uso del Pectimorf® en el medio de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Biofábrica Granma en colaboración con el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal (CEBVEG) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma.

Material vegetal. Se utilizaron plantas élites sanas de plátano cultivar Enano Guantanamero provenientes del banco de donantes en condiciones de campo de la Biofábrica de Granma. Se seleccionaron hijos homogéneos, con una altura entre 25-30 cm, el cual fue certificado por el Laboratorio Provincial Sanidad Vegetal de Granma. La selección de este clon obedeció al hecho de ser un material de elevada producción y resistente a plagas con gran interés agrícola y comercial en el país.

El establecimiento, multiplicación y enraizamiento in vitro se realizó según protocolo para la micropropagación de plátanos y bananos con empleo de la organogénesis directa (Izquierdo, 2013).

Efecto del Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas in vitro de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

El experimento se realizó con la finalidad de evaluar el efecto del Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas in vitro de plátano. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 250 explantes por tratamiento y tres réplicas. Las variantes experimentales consistieron en la utilización de Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en el medio de cultivo MS (Tabla 1). El experimento se evaluó durante cuatro subcultivos consecutivos.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en la multiplicación *in vitro* de los explantes de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) con Pectimorf'® (10 mg. L⁻¹) solo y combinado con BAP y AIA en el medio de cultivo MS.

Tratamientos	Reguladores del crecimiento (mg.L-1)						
Tratamientos	BAP	AIA	Pectimorf'®				
1 C	4	0,65	=				
2	4	-	10				
3	-	0,65	10				
4	-	-	10				

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético y C, Control

A los 21 días, después de la siembra de 25 explantes por magenta (10 magentas por tratamiento) se tomaron aleatoriamente 25 plantas *in vitro*, a las cuales se les determinaron las siguientes variables: número de brotes; altura del pseudotallo (cm) y número de hojas y raíces.

Influencia de diferentes concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

El experimento tuvo como propósito determinar el efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB).

Las variantes experimentales consistieron en la utilización de distintas concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el medio de cultivo MS en la fase de enraizamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos evaluados para el enraizamiento *in vitro* de los explantes de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) con distintas concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el medio de cultivo MS.

Tratamientos	Reg	uladores del crecimiento (mg.L-1)
Tratamientos	AIA	Pectimorf'®
1 C	1,3	-
2	1,3	5
3	-	5

4	1,3	10
5	-	10

Leyenda: AIA, ácido indol-3-acético y C, Control

El diseño, tamaño de muestra y evaluaciones se realizó idem experimento anterior. También se determinó la longitud de la raíz (cm).

Análisis estadístico. Se aplicó un análisis de varianza de clasificación simple con prueba de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidad del error. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov – Smirnov y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Levene. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del Pectimorf'® (10 mg. L⁻¹) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

En la tabla 3 se presentan los resultados del efecto del Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' sobre el número de brotes a los 21 días de cultivo durante cuatro subcultivos consecutivos. Se observó que los mayores valores significativos correspondieron al tratamiento control (BAP 4 mg. L-1 + AIA 0,65 mg. L-1) y el tratamiento 2 (BAP 4 mg. L-1 + Pectimorf® 10 mg.L-1) los cuales difieren del resto de los tratamientos evaluados. También en todos los tratamientos se aprecia un incremento del número de brotes en la medida que aumentan los subcultivos desde el primero hasta el cuarto.

Se observó en esta fase que los brotes presentaron un 100 % de supervivencia. Resultados semejantes fueron logrados por Izquierdo (2013), al utilizar el Pectimorf'® a razón de 1 mg. L-¹ en sustitución de AIA (0,6 mg. L-¹) y además, el medio de cultivo se suplementó con BAP (4 mg. L-¹). Los explantes emitieron 2,06; 2,26; 2,33 y 3,00 brotes en los cuatro subcultivos respectivos y superaron el total de brotes emitidos por los explantes de los dos controles. Estos resultados son superiores a los obtenidos en esta investigación, lo que puede deberse a que son genotipos diferentes.

Tabla 3. Efecto de Pectimorf'® (10 mg.L-1) solo y combinado con BAP y AIA en el número de brotes de plantas *in vitro* de plátano del cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp. AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L-1)				Número de brotes					
	BAP	AIA	Pectimorf'®	S1	S2	S3	S4			
1C	4	0,65		1,36 a	1,67 a	1,83 a	1,95 a			
2	4		10	1,40 a	1,69 a	1,87 a	1,98 a			
3		0,65	10	1,04 b	1,06 b	1,12 b	1,16 b			
4			10	1,00 b	1,03 b	1,10 b	1,12 b			
EE				0,04	0,05	0,05	0,06			

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey, p <0.05. EE. Error Estándar.

Los resultados anteriores evidencian que el Pectimorf'® a razón de 10 mg. L-1 en el medio de cultivo en combinación con el BAP 4 mg.L⁻¹, favoreció de manera significativa el número de brotes, y de esta manera sustituye el AIA a la concentración de 0,65 mg.L⁻¹, que es el objetivo fundamental de esta fase. Al parecer de esta manera se logró un balance hormonal auxina/citoquinina más efectivo, que permite la división y elongación celular y por ende, la emisión de los brotes.

Como se muestra en la tabla 4, el efecto de Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en todas las combinaciones con Pectimorf'® (Tratamientos 2 y 3) y Pectimorf'® (Tratamiento 4), a razón de 10 mg.L-1 solo se presentó un efecto significativo sobre el número de raíces, lo que demuestra el potente efecto estimulador de este bioproducto en la formación de raíces del cultivar 'Enano Guantanamero' (AAB) a los 21 días de cultivo.

Estos resultados concuerdan con los alcanzados por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano clon 'FHIA- 18' (*Musa* spp. AAB), donde obtuvo un 100 % de supervivencia y de enraizamiento cuando se utilizó Pectimorf'® (10 mg. L-1) como sustituto del AIA.

Tabla 4. Efecto de Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en el número de raíces de plantas in vitro de plátano del cultivar 'Enano Guántanamero' (Musa spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L-1)			Número de raíces			
	BAP	AIA	Pectimorf'®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65		0,30 b	0,32 b	0.45 b	0.79 b
2	4		10	1,44 a	1,93 a	2,30 a	3,56 a
3		0,65	10	1,34 a	2,24 a	2,96 a	3,88 a
4			10	1,12 a	2,20 a	2,80 a	3,60 a
EE				0,03	0,04	0,1	0,2

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey, p <0,05. EE, Error Estándar

Sin embargo, para las variables altura del pseudotallo (Tabla 5) y número de hojas (Tabla 6), no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que sugiere que el Pectimorf® tiene un mayor efecto en el número de brotes y sistema radical de las plántulas.

Resultados superiores para la altura del pseudotallo y el número de hojas fueron alcanzados por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano cultivar 'FHIA- 18' (AAB), donde las plantas in vitro que se obtuvieron con Pectimorf'® (10 mg. L-1) presentaron los mejores resultados en cuanto a la altura del seudotallo (4,89 cm) y al número de hojas (5,70).

Estos resultados evidencian un efecto auxinico/citoquininico del Pectimorf® a la concentración de 10 mg L⁻¹ (Tratamiento 3) y de manera sinérgica en combinación con el BAP 4 mg. L-1 (Tratamiento 2). El papel citoquininico se manifestó en una mayor actividad de división celular, mostrado en el aumento significativo del número de brotes y raíces.

Tabla 5. Efecto de Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en la altura del pseudotallo de plantas in vitro de plátano del cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L ⁻¹)			Altura del pseudotallo (cm)			
	BAP	AIA	Pectimorf'®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65		1,02	1,18	1,10	1,11
2	4		10	1,08	1,22	1,12	1,14
3		0,65	10	1,00	1,27	1,30	1,37
4			10	1,00	1,66	1,39	1,34
EE				0,03	0,05	0,05	0,05

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. No se presentó diferencias significativas entre las distintas medias de tratamientos según la prueba de Tukey, p <0.05. EE. Error Estándar

El Pectimorf® es considerado un potente elicitor de defensa en plantas y estimulante del crecimiento y diferenciación celular de distintas especies vegetales (Suárez & Hernández, 2015).

La actividad auxínica, cuyo efecto fundamental es el alargamiento celular, se expresó a través de la variable altura de pseudotallo, al no mostrar diferencias significativas con el tratamiento control, lo que indica un efecto del Pectimorf® en este sentido, similar al del AIA (control).

En la fase de multiplicación *in vitro* se mostró un desarrollo vigoroso de las plantas en el tratamiento compuesto por BAP 4 mg. L-1 + Pectimorf'® 10 mg. L-1, sin diferencias estadísticas con el tratamiento control. Son numerosos los trabajos que corroboran que el Pectimorf® posee un efecto similar al de las auxinas y citoquininas, en el cultivo *in vitro* de plantas en un rango de 5 a 10 mg. L-1 (Suárez, et al., 2013; Falcón, et al., 2015; Borges, et al., 2017).

Tabla 6. Efecto de Pectimorf'® (10 mg. L-1) solo y combinado con BAP y AIA en el número de hojas de plantas in vitro de plátano del clon 'Enano Guantanamero' (Musa spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L ⁻¹)			Número de hojas			
	BAP	AIA	Pectimorf'®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65		1,43	2,00	2,24	2,32
2	4		10	1,25	1,88	2,20	2,28
3		0,65	10	1,24	1,92	2,68	2,84
4			10	1.18	1.98	2.32	2.56
EE				0.05	0.06	0.07	0.07

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. No se presentó diferencias significativas entre las distintas medias de tratamientos según la prueba de Tukey, p <0,05. EE, Error Estándar

También se observó que en la medida que aumentaba el subcultivo se incrementaba los valores de las distintas variables analizadas (Tablas 3, 4, 5 y 6), lo que indica un efecto acumulativo favorable de los reguladores del crecimiento y el biorregulador Pectimorf®. Sin embargo, este efecto fue estudiado por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano cultivar 'FHIA- 18' (Musa spp., AAB) y obtuvo resultados similares con el uso del Pectimorf® para las variables número de brotes y raíces, no así para la altura del seudotallo.

Estos resultados demuestran que el Pectimorf'® puede ser empleado como sustituto del AIA, que es una auxina importada y que tiene limitaciones debido a su degradación por la luz y la necesidad su empleo en un tiempo inferior a los 15 días, después de su preparación.

Influencia de diferentes concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas in vitro de plátano cultivar "Enano Guantanamero".

En la fase de enraizamiento in vitro se comprobó (Tablas 7, Figura 1), al igual que en la fase de multiplicación in vitro una marcada influencia del Pectimorf ® en la estimulación del enraizamiento con 100 % de las plantas enraizadas en todos los tratamientos (datos no mostrados) y el aumento significativo de los indicadores fundamentales del desarrollo vegetativo de las plantas en el tratamiento 4 (AIA 1,3 mg.L⁻¹ + Pectimorf'® 10 mg.L⁻¹), el cual difiere del resto de los tratamientos evaluados incluyendo el control (AIA 1,3 mg.L-1).

De manera similar fue la respuesta obtenida para las variables altura del pseudotallo y el número de hojas (datos no mostrados) donde los mejores resultados se alcanzaron con la combinación de AIA 1,3 mg. L-1 + Pectimorf'® 10 mg. L⁻¹ con diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf'® solo y combinado con AIA en el número de raíces y longitud de las raíces de plantas in vitro de plátano cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de enraizamiento.

Tratamientos		raciones J.L ⁻¹)	Número de raíces	Longitud de las raí- ces (cm)	
	AIA	Pectimorf'®	141000		
1C	1,3		3,91 b	2,53 °	
2	1,3	5	4,23 b	7,50 b	
3		5	3,77 b	7,20 b	
4	1,3	10	5,40 a	10,08 a	
5		10	4,17 b	7,40 b	
EE		0,80	0,90		

Leyenda: AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey, p <0,05. EE, Error Estándar



Figura 1. Plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) en fase de enraizamiento en el medio MS + AIA 1.3 mg. L⁻¹ + Pectimorf'® 10 mg. L⁻¹ a los 21 días de cultivo.

Por otro lado, Frías, et al. (2017), al utilizar Pectimorf® en el medio de cultivo MS a razón de 5 y 8 mgL⁻¹ durante la micropropagación vía organogénica de plantas in vitro de plátano cv 'FHIA- 21' (Musa spp., AAAB) proporcionó valores significativamente superiores (p≤0,05) de enraizamiento a los 15 días (100 %) de cultivo sin diferencias con el tratamiento control (AIA 1.3 mgL⁻¹). Estos autores demostraron que el uso del Pectimorf® a razón de 5.0 mgL⁻¹ en el medio de cultivo MS es una alternativa factible en el enraizamiento de las plantas in vitro de plátano cv 'FHIA-21' (Musa spp., AAAB) con un efecto residual favorable en las plántulas aclimatizadas.

Numerosas investigaciones han evidenciado la estimulación de la supervivencia y enraizamiento con el uso de Pectimorf®, en diferentes plantas in vitro (Posada, et al., 2016; Borges, et al., 2017).

CONCLUSIONES

La micropropagación del plátano cultivar Enano Guantanamero (Musa spp., AAB) con el uso del Pectimorf® mejoró de manera significativa el proceso de propagación masiva de plantas in vitro donde se demostró que la combinación BAP 4 mg. L⁻¹ + Pectimorf'® 10 mg.L⁻¹ sustituye el AIA 0,65 mg. L⁻¹ en la fase de multiplicación, y el AIA 1.3 mg.L-1 + Pectimorf'® 10 mg.L-1 tuvo un efecto sinérgico en la fase de enraizamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, M., González, O., Reyes, D., Rodríguez, M., Villavicencio, A., & Estrada, E. (2017). Respuesta de plantas in vitro de ñame clon 'Blanco de guinea' al uso del Pectimorf®. Cultivos Tropicales, 38(2), 129-136.

- Falcón, A. B., Costales, D., González, D., & Nápoles, M.C. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. Cultivos Tropicales, 36, 111-129.
- Frías, A., Borges, M., & Destrade, R. (2017). Uso del Pectimorf® en el enraizamiento in vitro de plantas de FHIA 21 (Musa spp., AAAB). Rev. Agricultura Tropical, 3(2), 48-56.
- Izquierdo, H. (2013). Empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano (Musa spp.) cultivar 'FHIA- 18' (AAB). (Tesis doctoral). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Análisis del mercado de plátanos y bananos: resultados preliminares 2019. FAO. http://www.fao.org/3/ca6911en/CA6911EN_TR4SP.pdf
- Posada, I., Padrón, Y., González, J., Rodríguez, R., Barbón, R., Norman, O., Rodríguez, R., & Gómez, R. (2016). Efecto del Pectimorf ® en el enraizamiento y la aclimatización in vitro de brotes de papaya (Carica papaya L.) cultivar Maradol Roja". Cultivos Tropicales, 37(3), 50-59.
- Suárez, L., Cervone, F., Hernández, M. M., & Sánchez, M. (2013). Aclimatización de plántulas de yuca (Manihot esculenta). Aporte al estudio de los mecanismos de acción de Pectimorf. (Ponencia). IX Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal. Centro de Bioplantas de Ciego de Ávila, Cuba.
- Suárez, L., & Hernández, M. M. (2015). Efecto del Pectimorf ® en el cultivo de ápices de plantas in vitro de yuca (Manihot esculenta Crantz), clones CMC-40 y Señorita. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 55-62.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FENOTÍPICO Y AGRONÓMI-CO DE OCHO VARIEDADES DE GIRASOL (HELIANTHUS ANNUUS L.) EN EL CANTÓN MACHALA

EVALUATION OF THE PHENOTYPIC AND AGRONOMIC BEHAVIOR OF EIGHT SUNFLOWER VARIETIES (HELIANTHUS ANNUUS L.) IN THE MACHALA CANTON

Bianca Estefanía Vásquez López¹ E-mail: bianca21@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0522-5084

José Nicasio Quevedo Guerrero¹ E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8974-5628

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: mgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Vásquez López, B. E., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2021). Análisis de la proyección de las exportaciones de camarón del Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 74-83.

RESUMEN

El girasol (Helianthus annuus L.) es una planta herbácea de la familia asterácea de gran importancia agrícola a nivel comercial por su atractiva inflorescencia y por su grande variedad de colores que van de amarillo clásico al anaranjado intenso y rojo, así mismo con su belleza al seguir al sol durante su desarrollo floral, convirtiendo el cultivo de girasol en una planta de gran valor ornamenta. El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento fenotípico y agronómico de 8 variedades de "Helianthus annus" en el cantón Machala. El trabajo se realizó en el cantón Machala, El Oro, realizando dos siembras del cultivo, la primera en el periodo de agosto a noviembre de 2020 y la segunda en diciembre del mismo año a marzo de 2021, se cultivaron las variedades de girasol: Sunbright o Sunbeam, Moulin Rouge, Sunspot o Big Smile, Russian Giant, Velvet Queen, Common Sunflorwer, Music Box o Pastiche y Moonwalker, se evaluaron 19 variables morfoagronómicas en el transcurso de su desarrollo, las que se caracterizaron mediante técnicas de análisis de crecimiento y las variables de rendimiento, se estimaron por medio de cantidad y peso de capítulos y semillas. Los principales resultados indican que las 8 variedades de girasol presentaron un comportamiento agromorfológico heterogéneo en la primera siembra, mientras que en la segunda hubo un cambio significativo en su comportamiento agromorfológico, evidenciando el efecto del ambiente en la expresión del fenotipo, en ambas siembras.

Palabras clave:

Evaluación, genotipos, agrupación, similitud, descriptores.

ABSTRACT

Sunflower (Helianthus annuus L.) is an herbaceous plant of the asteraceous family of great agricultural importance at the commercial level due to its attractive inflorescence and its great variety of colors ranging from classic yellow to intense orange and red, as well as its capacity to maintain its beauty in the sun during its flourishing, making the sunflower crop a plant of great ornamental value. The objective of the study was to evaluate the phenotypic and agronomic performance of 8 varieties of "Helianthus annus" in the canton of Machala. The research was conducted in the Machala canton, El Oro, performing two sowings of the crop, the first in the period from August to November 2020 and the second in December of the same year to March 2021, sunflower varieties were cultivated: Sunbright or Sunbeam, Moulin Rouge, Sunspot or Big Smile, Russian Giant, Velvet Queen, Common Sunflorwer, Music Box or Pastiche and Moonwalker, 19 morphoagronomic variables were evaluated in the course of their development, which were characterized by growth analysis techniques and yield variables, were estimated by means of quantity and weight of heads and seeds. The main results indicate that the 8 sunflower varieties showed a heterogeneous agromorphological behavior in the first sowing, while in the second sowing there was a significant change in their agromorphological behavior, showing the effect of the environment on the expression of the phenotype in both sowings.

Keywords:

Evaluation, genotypes, grouping, similarity, descriptors.

INTRODUCCIÓN

Las flores se destacan por su belleza económica debido a que se aprovecha todas las partes de la planta, especialmente el cultivo del girasol (Helianthus annuus), con su atractiva inflorescencia de variedades de colores que van de amarillo clásico al anaranjado intenso y rojo, así mismo con su belleza al seguir al sol durante su desarrollo floral, convirtiéndola en una planta de gran valor ornamental (Esquivel & Andueza, 2020).

El girasol (Helianthus annus, L.) es una especie oriunda de América del Norte fue llevada al continente Europeo por españoles en el siglo XVI, la planta de girasol se usó principalmente como un elemento ornamental y en ocasiones como medicinal, sus semillas también son usadas como alimento, su verdadera comercialización empezó un siglo después del imperio Ruso (Arbelo & Ponce, 2011). La producción mundial de girasol (Helianthus annuus) y rendimiento de semillas de girasol según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), señala que del año 2015 a 2019 el área de la cosecha de semillas de girasol fue de 27,368766 y la producción en tonelada por a 56,072,746. Los principales países en obtener el mayor porcentaje de producción es en primer lugar Europa con el 27.2 % seguido de Asia con el 12.5%, tercero América con el 9.8% y África con el 5.5%. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021), la producción y rendimiento de semillas de girasol en el Ecuador desde el año 2015 a 2019 señala que el área de cosecha de semillas de girasol fue de 107 y de producción 194. En Ecuador se cultivan girasoles en pocas extensiones las principales provincias son de Los Arios en las que se hallan 1.000 hectáreas sembradas a nivel nacional en los lugares como: Babahoyo, Ventanas, Quevedo y Zapotal (Carmigniani, 2017). El girasol es un cultivo de gran importancia a nivel mundial y nacional por su alto contenido de aceite además sus semillas y flores son de gran utilidad para la venta de adornos, confitería y alimento para animales siendo conocida como una planta ornamental (Alba & Llanos, 2013).

La producción de girasol ornamental en macetas tiene la finalidad de usarse como adorno en casas y jardines (aportando belleza al sitio dando una agradable vista), su gran belleza es muy apreciada, teniendo un gran valor estético, activándose para la producción de flores de corte y en macetas (Neri, 2015). Existen en el mundo una diversa cantidad de cultivares de girasol entre las más populares o conocidas son: Sunbright o Sunbeam, Moulin rouge, Sunspot o Girasol Big Smile, Russian giant, Velvet Queen, Common Sunflower, Music Box o Girasol pastiche, Moonwalker (Bye, et al., 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento fenotípico y agronómico de 8 variedades de "Helianthus annuus" mediante el análisis de variables morfoagronomicas, y determinar la diversidad fenotípica de estas variedades de "Helianthus annuus" y su posible uso en fitomejoramiento.

MATERIALES Y METODOS

Localización y caracterización del área de estudio, se desarrollo en el cantón Machala, provincia El Oro, en el periodo comprendido de agosto de 2020 a marzo de 2021, se realizaron 2 siembras en el transcurso de esos meses, la primera entre el mes de agosto a noviembre de 2020, seguidamente la segunda, que se realizó en el mes de diciembre del mismo año a marzo de 2021. En cada maceta se sembró una semilla de girasol, se utilizaron 10 plantas de cada variedad, con dos repeticiones.

El suelo que se usó para el llenado de las macetas fue del área experimental Granja Santa Inés de la Facultad de Ciencia Agropecuaria, clasificado como un suelo de clase Textural Franco Limoso (Villaseñor, et al., 2015). El trabajo se realizó a través de la siembra en macetas, con un sistema de riego por goteo.

Diseño experimental, este se conformo de la siguiente forma:

Número de Variedades: 8 Número de Repeticiones: 2

Tamaño de la parcela total (m): 3.60 m x 3 m

Distancia entre plantas en (cm) 0.40cm x 0.28 cm

Plantas por parcela total (plantas): 80

Forma de la parcela: Rectangular

Croquis del experimento

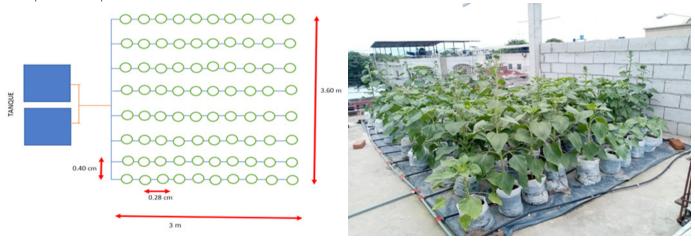


Figura 1. Croquis del diseño experimental.

Características climáticas de la zona, De acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, el sitio de estudio (Figura 1) corresponde a un clima seco tropical, con una temperatura promedio de 25°C, una precipitación promedio anual de 600 mm, 2.8 promedio de horas luz y una humedad relativa del 83% (Balarezo, 2018).

Posee un clima seco o cálido con periodos Iluviosos cortos y su mayor parte del año presenta déficit hídrico (Cañadas, 1983).

Método de investigación, Se realizó el método INDUCTIVO utilizando el método de las variables a tomar de acuerdo a los objetivos de la investigación, realizando la observación, el registro de análisis y comparación para obtener los resultados de las variables.

Metodología experimental

Caracterización del estudio observacional, Se realizó un estudio observacional con dos repeticiones. los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico con el programa SPSS. Se utilizaron 80 macetas, el riego permitió mantener hidratado el cultivo independientemente de la variedad de girasol, en cada maceta se sembró una semilla de girasol. se sembraron 10 plantas en cada variedad e hicieron dos repeticiones la primera, en agosto a noviembre de 2020 y la segunda en diciembre del mismo año a marzo de 2021. Se evaluaron 19 variables morfoagronómicas en el transcurso de su desarrollo que fueron: pigmentación del pedúnculo, altura de planta (m), diámetro del capítulo (cm), cantidad de flores por planta, número de pétalos, días de la aparición del botón floral hasta la floración, duración en días de la floración, número de hojas, largo de hojas (cm), ancho de hojas (cm), peso del capítulo (g), peso de semillas del capítulo principal (g), total de semillas por planta (g), semillas en buen estado (g), vana (g), peso de 100 semillas (g), largo de semilla (mm), ancho de semilla (mm) y diámetro de semillas (mm).

Dependiendo del crecimiento de los cultivares de girasol estas pueden requerir de un apoyo de tutores a lo largo de su crecimiento. El área de siembra cuenta con las siguientes dimensiones, 3.60 m de largo por 3 m de ancho con una distancia entre planta de 0,40 cm y 0,28 cm entre líneas, el ensayo se realizo en una terraza abierta.

Fertilización,

Tipo de fertilizante:

Fertilizante foliar (Pantera-A 11-8-6), Yaramila, Biochar,

Aplicación: Fertilizante foliar cada 5 días, Yaramila: cada 15 días, Biochar: aplicación antes y después de la floración

La aplicación del fertilizante foliar se realizó después de dos semanas de la germinación, a razón de 20 cc por dos litros de agua en total de 80 macetas, posteriormente se realizó la misma aplicación cada 5 días a todas las variedades de plantas con la misma dosis. Mientras que la aplicación del fertilizante mineral (Yeramila) se lo realizó en suelo húmedo y alrededor de la planta sin tocar el tallo o alguna raíz expuesta, la cantidad fue 10g en cada planta, después se procedió a taparlo con el mismo suelo este proceso se lo realizó cada 15 días.

La aplicación del biochar se realizó en el suelo en dos ocasiones antes de la floración y después de la floración, a razón de 9 g por planta.

Manejo del experimento

Preparación del suelo, Se utilizaron catorce sacos de suelo (Franco Limoso) más cuatro sacos de materia orgánica, tres sacos de piedra pómez y tres sacos de cascarilla de arroz seguidamente se realizó la desinfección del suelo con medio litro de formol en cuarenta litros de agua se regó en todo el suelo llevándolo a capacidad de campo se procedió a cubrir con un plástico por 4 días destapandolo al quinto día para

remover todo el sustrato hasta unos cinco días más realizando el mismo procedimiento remover el sustrato pasando un día hasta que el olor del formol se pierda.

Siembra, Una vez desinfectado el suelo se realizó la mezcla de la materia orgánica junto con la mezcla de piedra pómez y la cascarillas de arroz, procediendo al llenado de las macetas, dejando las semillas en remojo por una hora antes de sembrar, después se procedió a sembrar en el suelo húmedo de forma manual, se colocó una semilla por maceta con una profundidad de un cuarto de centímetro a una distancia de unos 0.28 cm entre línea y 0.40 cm planta, en la primera siembra se usó 8 variedades de semillas híbridas compradas del extranjero mientras que en la segunda siembra se sembró la descendencia de las primeras semillas compradas.

Riego, En la instalación del sistema de riego por goteo se usaron dos tanques de 20 litros cada uno, 80 goteros uno en cada maceta, 3 m de manguera plastigama polietileno baja densidad en cada línea siendo las mangueras secundarias y accesorios de tubería de PVC, un tubo de media pulgada para la tubería principal. 5 codos, 11 T y dos llaves de paso, una vez instalado el sistema de riego se realizó un riego de prueba antes y después de la siembra para mantener la capacidad de campo en las macetas, el riego se realizo todos los días al atardecer.

Porcentaje de germinación, Se realizó la prueba de germinación usando veinte semillas de cada variedad de la primera siembra, para determinar el porcentaje y días de germinación de cada una de ellas, obteniendo como resultado el 99% de germinación en cada variedad, germinando al tercer día todas las variedades por igual (Figura 2).



Figura 2. Prueba de germinación.

Variedades participantes, en el estudio participan 8 variedades del cultivo del girasol (Figura 3).









Sun bright o Sunbeam

Moulin rouge

Sunspot o Girasol Big Smile

Russian giant



Velvet Queen Box o Girasol pastiche

Common Sunflower Music Moonwalker

Figura 3. Variedades de girasol participantes en el estudio.

Altura de la planta en (cm). Se midió la variable de la altura en cm a las 10 plantas de cada uno de las variedades, evaluando una vez a la semana la misma, realizándose después de la aparición de la primera hoja verdadera, desde el nivel del suelo hasta la base parte apical de la plata (Figura 4).

Área foliar (cm), Se procedió a medir el área foliar, desde la base de la hoja hasta el ápice, el largo y ancho de cada hoja, respectivamente se procedió al conteo de las hojas todo esto se realizó en el momento de la floración (Figura 5).



Figura 4. Medición de altura de la planta de girasol.



Figura 5. Medición del área foliar

Diámetro de capítulo (cm), Se realiza la evaluación de la variable de la toma del diámetro del capítulo cuando la flor empezó abrirse (Figura 6).

Duración de floración, Los datos de la duración de la inflorescencia se obtienen a partir de la apertura de la flor hasta el momento de la caída de los primeros pétalos (Figura 7).



Figura 6. Diámetro del capítulo.



Figura 7. Apertura de la floración hasta la caída de los primeros pétalos.

Cosecha, Se realiza cuando el capítulo alcanza la madurez total, observando también cuando las semillas

han alcanzado su madurez fisiológica, realizado el corte del capítulo separándolo del tallo para la obtención de las semillas (Figura 8).

Peso de semilla (g), El peso del grano se realiza cuando la flor está totalmente seca, se pesa cada uno de los capítulos y el total de todas las semillas obtenidas de cada planta, después se separan las semillas en buen estado y las vanas pesándoles por separado, todo este proceso se realiza en una pesa gramera sacando el peso seco de cada capítulo y semillas de cada una de las variedades de girasol (Figura 9).





Figura 8. Cosecha de los capítulos y obtención de semillas.



Figura 9. Pesaje de semillas.

Peso de 100 semillas en (g), Se toma el peso en gramos de 100 semillas en buen estado de cada variedad para obtener el valor.

Variables morfoagronómicas.

- 1. Pigmentación del pedúnculo (PP), 2. Altura de Planta (AL), 3. Diámetro del Capítulo (DC)
- 4. Cantidad de Flores por planta (CFP), 5. Número de Pétalos (NP), 6. Días de la aparición del botón floral hasta la floración (DBF), 7. Duración en días de la floración (DF), 8. Número de hojas (NH), 9. Largo de hojas (LH), 10. Ancho de hojas (AH), 11. Peso del capítulo (PC), 12. Peso de semillas del capítulo principal (PCP), 13. Total de semillas por planta (TSP), 14. Semillas en buen estado (SBE), 15. Vana (VI), 16. Peso de 100 semillas (PS), 17. Largo de Semilla (LS), 18. Ancho de Semilla (AS), 19. Diámetro de Semillas (D)

RESULTADOS Y DISCUSION

Anova de un factor, Para analizar cuál variables morfoagronómicas va incrementar la producción y mejorar el cultivo de girasol se realizó un análisis estadístico de varianza (Anova) de un factor como se puede observar en la Tablas 1 y 2, el cual consiste en la comparación de varios grupos de variables cuantitativas. Para verificar si existió significancia entre las variables evaluadas entre la primera y la segunda siembras se realizó la prueba de Tukey, donde se manifiesta que variable presenta significancia.

Tabla 1. ANOVA de un factor para las variables evaluadas en las 8 variedades de Girasol (Siembra 1)

VAR.	AP	DC	CF	NP	DBP	DF	NH	LH	АН	PC	PCP	TSP	SBE	VI	PS	IS	SS	DS
Sig.	,324	,254	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

Tabla 2. ANOVA de un factor para las variables evaluadas en las 8 variedades de Girasol (Siembra 2).

VAR.	AP	DC	CF	NP	DBP	DF	NH	LH	AH	PC	PCP	TSP	SBE	VI	PS	IS	SS	DS
Sig.	,509	,936	1,000	,985	,999	,987	,745	,928	,984	,998	,995	,942	,296	,475	1,000	,991	,999	,985

Para el análisis de variables morfoagronómicas en las 8 variedades de girasol evaluadas se realizó la misma variable tanto en la primera siembra como en la segunda observando de qué forma el ambiente afecta a la descendencia de las 8 variedades de la primera siembra (Tabla 1) se puede observar en el análisis de Anova que no existe significancia entre las 8 variedades, las semillas presentaron un comportamientos genético determinado por las condiciones ambientales del país de origen, en la Tabla 2 presenta la f1 al ser evaluadas con las mismas variables se puede observar en el análisis de ANOVA que no existe estadísticamente variables significativas por que todas las variables son mayores a 0.05 por lo que no existe significancia entre las variables es decir presentó un cambio en el comportamiento en las variables morfoagronómicas en la segunda siembra (Tabla 2) debido a las condiciones ambientales que modificaron las 8 variedades por lo que se observa que no presenta significancia significativas. La prueba de Tukey mostro que las variables que en la primera y segunda siembra no presentaron significancia en las dos primeras variables, mientras que en la primera y segunda siembra a partir de la tercera variables la primera siembra existe significancia y se agrupa en diferentes subconjunto que presenta diferentes forma de carácter y en la segunda siembra no existe significancia repitiendo en en todas las demás variables morfoagronómicas lo que nos da a entender que el ambiente ejerce un evento en el comportamiento de las 8 variedades de girasol evidenciándose en la segunda siembra con ese análisis te Tukey.

Análisis de varianza, El análisis de la varianza total, de las dos siembras realizadas explican más del 80% de la varianza, se encontraron 3 componentes principales en la primera siembra como se ve en la tabla 3 que son: la variable 1 presenta el 67,127%, en la variable 2 el 13,819% y en la variable 3 el 8,295%, mientras que en la segunda siembra se encontraron 4 componentes principales como presenta la tabla 4 que son en la variable 1 presenta el 58,997%, en la variable 2 el 15,463% en la variable 3 el 10,541% y en la variable 4 el 6,880% las cual nos presenta en ambas siembras un valor que no interfieren significativamente en los valores dados.

Tabla 3. Varianza total explicada (siembra 1).

0	Autovalores iniciales						
Componente	Total	% de varianza	% acumulado				
1	12,754	67,127	67,127				
2	2,626	13,819	80,946				
3	1,576	8,295	89,241				

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Tabla 4. Varianza total explicada (siembra 2).

Componente	Autovalores iniciales							
Componente	Total	% de varianza	% acumulado					
1	11,209	58,997	58,997					
2	2,938	15,463	74,460					
3	2,003	10,541	85,000					
4	1,307	6,880	91,880					

Método de extracción: análisis de componentes principales.

En ambas siembras se realizó la extracción de los componentes principales, en la primera siembra se realizó la extracción de los 2 primeros componentes y en la segunda siembra se extrajo los 3 primeros componentes ambas siembras superan el 80% de la varianza acumulada lo cual son suficiente para determinar la agrupación de caracteres que muestra una variabilidad significativa en las accesiones estudiadas.

Matriz de componente de espacio rotado, Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para reducir el número de descriptores identificando los agrupamientos entre ellos.

Podemos ver en las tablas 5 y 6 que presenta los descriptores que conforman cada componente, esto permite indicar de donde proviene la mayor parte de la varianza total: siendo el primer componente el que tiene mayor peso de varianza, mientras que por otro lado el último componente nos enseña la menor varianza más baja.

Tabla 5. Matriz de componentes de espacio rotado (Siembra 1).

		Component	
	1	2 3	.0
Puntuación Z: PP	,888	-,052	-,192
Puntuación Z: AL	,621	-,491	-,424
Puntuación Z: DC	,710	,423	,468
Puntuación Z: CFP	-,691	-,666	,045
Puntuación Z: NP	,388	,029	,859
Puntuación Z: DBF	,106	,161	,815
Puntuación Z: DF	,083	,871	-,090
Puntuación Z: NH	-,684	-,573	-,240
Puntuación Z: LH	,279	,764	,462
Puntuación Z: AH	,240	,852	,339
Puntuación Z: PC	,784	,388	,463
Puntuación Z: PCP	,798	,404	,435
Puntuación Z: TSP	,908	,166	,363
Puntuación Z: SBE	,892	,123	,342

Puntuación Z: VI	,690	,470	,381
Puntuación Z: PS	,816	,334	,434
Puntuación Z: LS	,810	,447	,098
Puntuación Z: AS	,874	,325	,315
Puntuación Z: DS	,940	,152	,270

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.a

a. La rotación ha convergido en 6 interacciones.

Tabla 6. Matriz de componentes de espacio rotado (siembra 2).

Matriz de componente rotado^a

Componente

		. '		
	1	2	3	4
Puntuación Z: PP	,371	,250	,698	-,256
Puntuación Z: AL	,183	-,343	,778	,268
Puntuación Z: DC	,272	,123	-,026	,939
Puntuación Z: CFP	-,661	-,694	-,130	-,226
Puntuación Z: NP	,579	,312	-,538	,159
Puntuación Z: DBF	,674	-,002	-,484	-,504
Puntuación Z: DF	-,130	,938	-,126	,100
Puntuación Z: NH	-,413	-,770	-,115	-,353
Puntuación Z: LH	,309	,895	-,077	-,084
Puntuación Z: AH	,296	,865	-,070	-,066
Puntuación Z: PC	,875	,445	,074	,159
Puntuación Z: PCP	,891	,425	,053	,139
Puntuación Z: TSP	,914	-,092	,262	,095
Puntuación Z: SBE	,967	,010	-,074	-,070
Puntuación Z: VI	,877	,325	,311	,134
Puntuación Z: PS	,826	,488	-,017	,207
Puntuación Z: LS	,685	,495	,436	,104
Puntuación Z: AS	,902	,278	,091	,196
Puntuación Z: DS	,969	,194	,108	,000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Vad4rimax con normalización Kaiser. A

a. La rotación ha convergido en 8 interacciones.

En la primera y segunda siembra se realizó un análisis de componente principal donde nos muestra que en la primera siembra se obtuvieron 3 análisis de componentes principales mientras que en la segunda 4.

En el componente 1 de la primera siembra correspondiendo al 67,127% de la varianza total, mientras que en la segunda siembra corresponde al 58,997%, en ambas siembras el componente 1 presentan los descriptores similares con distribución positiva en los descriptores como en el Total de semillas por planta (TSP), Semillas en buen estado (SBE), Ancho de Semilla (AS) y Diámetro de Semillas(DS) mientras que de forma negativa es la Cantidad de Flores por planta (CFP) y el Número de hojas (NH), en el componente 2 de la primera siembra nos indica el 13,819% de la varianza total en la Duración en días de la floración (DF), Largo de la hoja (LH) y el Ancho hojas (AH) de forma positiva y de forma negativa la Cantidad de Flores por planta (CFP) y la Altura de planta (AL) mientras que en la Componente 2 nos indica el 15,463% de la varianza total en la Duración en días de floración (DF), Largo de hojas (LH) y el Ancho de hojas (AH), con distribución positiva y con una distribución negativa el Número de hojas(NH), en el componente 3 de la primera siembra presentando el 8,295% de la varianza total de forma positiva presenta el Número de pétalos (NP), Días de la aparición del botón floral hasta la floración (DBF) y de forma negativa la Altura de Planta (AP) mientras que en la segunda siembra del tercer componente presentó un valor del 10,541% de la varianza total de forma positiva la Pigmentación del pedúnculo (PP) y la Altura de la planta (AP) de forma negativa el Número de Pétalo (NP) y Días de la aparición del botón floral hasta la floración (DBF) mientras que en la segunda siembra el cuarto componente tiene un 6,880% de la varianza total, presentaron de forma positivas Diámetro del Capítulo (DC) y de forma negativa la Pigmentación del pedúnculo (PP) y Días de la aparición del botón floral hasta la floración (DBF).

Según Carmigniani (2017), a mayor distanciamiento de siembra es mayor el rendimiento en las variables como el total de semillas por planta (TSP), semilla en buen estado (SBE), ancho de semilla (AS), diámetro de semilla (DS), coincidiendo con su criterio respecto a la distancia de siembra.

Descripciones más discriminantes, El gráfico de relación de los componentes de espacio rotado nos permite observar los caracteres que más difieren, los mismos que se separan o se alejan, mientras que los que guardan mayor relación se agrupan entre sí, como se observa en la Figuras 10 y 11, mostrando la mayor diversidad que existe entre los cultivares de girasol.

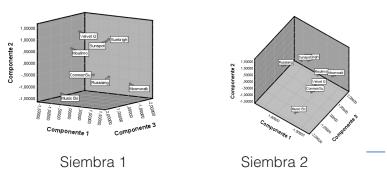


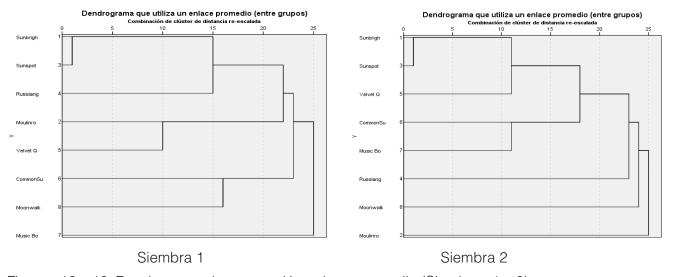
Figura 10 y 11. Resultado del análisis de componente en espacio rotado de 8 cultivares de (*Helianthus annuus* L.), Siembras 1 y 2.

El componente de espacio rotado en el que se ubican los análisis de dispersión se muestra una mayor diversidad que existe entre los fenotipos de girasol las cuales se tienen en la primera siembra en el Componente 1 RussianG, en el Componente 2 Music Bo y en el Componente 3 Moonwalk, presentando una mayor diversidad en relación con las demás cultivares a estudiar.

En la segunda siembra el Componente 1: Music Bo en el Componente 2 RussianG y el en Componente 3 Moonwalk y Moulinro siendo estas los descriptores más discriminantes ya que se alejan a las demás, las cuales guardan mayor diversidad y relación con los restantes cultivares estudiados. La variedad RussianG en las dos siembras mostro similar comportamiento al reportado por Ortiz (2010), el cual presenta caracteres similares como el color amarillo del pétalo y una flor más grande.

Agrupación de las accesiones en estudio

Para establecer diferencia entre las afinidades de los 8 fenotipos de girasol se realizó un Dendograma basado en la distancia de similitud como se presenta en las Figuras 12 y 13, el cual agrupa a las accesiones según la similitud por los diferentes caracteres analizados, conteniendo en la primera siembra un total de 4 grupos (1,3,4), (2,5), (6,8) (7) y en la segunda siembra cuenta con un total de 5 grupos (1,3,5,), (6,7), (4), (8), (2), en comparaciones.



Figuras 12 y 13. Dendograma de agrupación enlace promedio (Siembras 1 y 2)

Se utilizó un valor de correlación de 0.15 para ambas siembras, observando 4 grupos en la primera siembra y 5 grupos en la segunda, presentando una comparación entre ambas siembras en el primer grupo presentando el mismo fenotipo Sunbrigh y Sunspot formando una asociación junto a la RussianaG en la primera siembra y en las segunda formó un vínculo con el fenotipo VelvetQ, mientras los cultivares que presentan mayor variabilidad genética, que a su vez sirven para programas de fitomejoramiento en la primera siembra fue en el grupo 4 Music Bo mientras que en la siembra 2 se presentó en el grupo 3 RussianG, Grupo 4 Moonwalk y el Grupo 5 Moilinro, siendo estas las que presentan un mejor resultado, que puede atribuirse a valores promedios altos ya sea en el total de semillas por planta, semillas en buen estado, ancho y diámetro de las semillas,

en comparación al resto de las accesiones, siendo estos últimos los que presentan mayor variabilidad genética que sirven para programas de fitomejoramiento. Aguilar (2000), menciona que en la mayoría de los cultivares híbridos, las flores tubulares son estériles, no forman polen ni producen semillas, lo cual en nuestro trabajo muestran lo contrario.

CONCLUSIONES

Las 8 variedades de girasol presentaron un comportamiento agromorfológico heterogéneo en la primera siembra y en la segunda siembra se observo un cambio significativo en su comportamiento agromorfológico, evidenciando el efecto del ambiente en la expresión del fenotipo.

En ambas siembras la variedad Moonwalk presentando mayor precocidad germinativa, así como menor tiempo en alcanzar mayor madurez fisiológica.

La diversidad fenotípica encontrada en las 8 variedades demuestra que tienen potencial uso para futuros programas de fitomejoramiento, al ser todas alógamas y presentar buena actitud combinatoria son candidatas para fitomejora.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. (2001). Consejeria de Agricultor, Agua y medio Ambiente (n° 4). http://www.bionica.info/biblioteca/Melgares 2001 girasol.PDF
- Alba, A., & Llanos, M. (2013). Manual para el cultivo del girasol. Mundi-Prensa, 160. https://repositorio.uteq.edu. ec/bitstream/43000/2456/1/T-UTEQ-0075.pdf
- Arbelo, A., & Ponce, M. (2011). El girasol en el Uruguay. Analisis de la nic 41 agricultura y su aplicacion en la contabilizacion del cultivo. https://www.colibri.udelar. edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/376/1/M-CD4285. pdf
- Balarezo Del Rosario, R. A. (2018). Efecto de la aplicación de un fertilizante foliar de lenta liberación aplicado en una plantilla de banano (Musa spp). (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Bye, R., Linares, E., & Lentz, D. (2009). México: centro de origen de la domesticación del girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 12, 5-12.
- Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Mag-Pronareg. https://www.ipgh.gob.ec/ portal/index.php/biblioteca-menu/novedades-bibliograficas/456-el-mapa-bioclimatico-y-ecologico-del-ecuador
- Carmigniani, C. (2017). Evaluación agronómica de cinco distanciamientos de siembra en el cultivo de girasol (Helianthus annuus L.) en la zona de Pangua. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2456/1/T-UTEQ-0075. pdf

- Esquivel, G., & Andueza, R. (2020). Una mirada al sol: Helianthus annus y su belleza ornamental. Desde el Herbario CICY, 12, 128-132.
- Neri, J. (2015). Aplicación de diferentes dosis de fertilización y agua residual tratada en la producción de girasol ornamental (Helianthus annuus L.) 'Sunny Smile' en maceta. (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). FAO Stat. Producción/Rendimiento de Semilla de Girasol. FAO. http://www.fao.org/ faostat/es/#data/QC
- Ortiz, L. (2010). Cultivo de Girasol (Helianthus annuus L.). (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. Revista Científica Cumbres, 8.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

ESTABLECIMIENTO DE UNA METODOLOGÍA DE DESHIDRATACIÓN DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM. L) UTILIZANDO MÉTODOS ECONÓMICOS Y ECOLÓGICOS

ESTABLISHMENT OF A POTATO DEHYDRATION METHODOLOGY (SOLANUM TUBEROSUM.L) USING ECONOMIC AND ECOLOGICAL METHODS

Rosa Maria Cepero Olivera¹ E-mail: rosamaria@unica.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4272-4707

Damarys Pérez Luna¹ E-mail: damarys@unica.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7111-5281

Damarys Montes Vargas¹ E-mail: damarysm@unica.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9593-3633

¹ Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez". Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Cepero Olivera, R. M., Pérez Luna, D., & Montes Vargas, D. (2021). Establecimiento de una metodología de deshidratación de papa (Solanum tuberosum. I) utilizando métodos económicos y ecológicos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 84-91.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuaria perteneciente a la universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez". El material de estudio fueron papas de la variedad Santana provenientes de la Empresa de Cultivos Varios "La Cuba". En la investigación se montaron cuatro experimentos con el objetivo de establecer una metodología para la deshidratación de papa (Solanum tuberosum. L) con tecnología artesanal. En el proceso experimental se obtuvo que en el proceso de la deshidratación parcial la solución de cloruro de sodio al 20% durante 4 horas presentaron los mejores resultados, mientras que la cinética de secado el resultado más eficiente se obtiene con el secador convencional seguido del secador rustico y por último el sol directo, los análisis microbiológicos realizados a los 15 días después de empaquetar, demostrando que no había crecimiento de hongos y levaduras. En esta investigación, los análisis estadísticos se realizaron mediante el procesador SPSS – 11.5 para Windows y por la prueba de hipótesis para la comparación de ANOVA.

Palabras clave:

Deshidratación, tecnología artesanal, secador

ABSTRACT

The present work was carried out in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences belonging to the University of Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez". Potatoes of the Santana variety from the "La Cuba" Various Crops Company were used as material for the study. This research included four experiments aimed at establishing a methodology for the dehydration of potato (Solanum tuberosum L.) with traditional technology. The experimental process of partial dehydration showed the best results with the use of the solution of sodium chloride at 20% for 4 hours, whereas the kinetics of drying showed the most efficient results using the conventional dryer, followed by the rustic dryer and then by the direct sun. The microbiological analysis carried out 15 days after packing showing that there was no growth of fungi or yeasts. In this research, statistical analyses were performed using SPSS - 11.5 for Windows and by hypothesis test for ANOVA comparison.

Keywords:

Dehydration, traditional technology, dryer.

INTODUCCCIÓN

La preservación de alimentos es fundamental pues prolonga la vida útil de los mismos al mantener, en el mayor grado posible, sus atributos de calidad, incluyendo color, textura, sabor y especialmente valor nutritivo, es uno de los métodos más antiguos y tuvo su origen en los campos de cultivo cuando se dejaban deshidratar de forma natural las cosechas de cereales, heno, y otros, antes de su recolección o mientras permanecían en las cercanías de la zona de cultivo. Es la deshidratación es bien conocida como método de preservación de alimentos, porque constituye una operación unitaria y compleja en donde se combinan los fenómenos de transferencia de calor, masa y momento. El éxito de este procedimiento reside en que, además de proporcionar estabilidad microbiológica, debido a la reducción de la actividad del agua, y fisicoquímica, aporta otras ventajas derivadas de la reducción del peso, en relación con el transporte, manipulación y almacenamiento, por cuanto permite generar productos bajo los principios de mejoramiento de la calidad y ahorro energético (Della Roca & Mascheroni, 2015).

El consumo de papas deshidratadas ha aumentado considerablemente en los últimos tiempos. En la mayoría de los métodos de deshidratación de alimentos vegetales, se utilizan como producto conservante el metabilsulfito de sodio y otros productos químicos. Actualmente, con las tendencias de la disminución de productos químicos, que pueden tener posibles secuelas en la salud humana, se hace necesario la búsqueda de tecnologías más limpias, para la conservación de alimentos, con el fin de obtener productos industrializados lo más natural posible y así elevar su valor ecológico. (Cardeña & Yepes, 2015).

El uso de la sal para la conservación de los alimentos está muy extendido, debido a que aporta sabor, ejerce un efecto conservador e influye en la textura y otras características. La sal empleada debe de ser de buena calidad, es decir, un color blanco y debe encontrarse libre de bacterias halofíticas y materias extrañas. El mecanismo de la acción conservante, especialmente de la sal, se debe a un aumento de la presión osmótica que producen, a medida que van penetrando en los líquidos tisulares. Se genera, entonces, una plasmólisis, o sea, una contracción del protoplasma celular en los tejidos, tanto del alimento como de los cuerpos bacterianos, a causa de una perdida de agua e intercambio de sales por osmosis, a través de la membrana celular. Como consecuencia se produce una desnaturalización de las proteínas y con ello una inhibición enzimática en las bacterias y en el alimento (Acevedo, et al., 2017). La conservación de papa por ser un cultivo en nuestro país de una época del año se hace necesario la búsqueda de diferentes alternativas y métodos de conservación para lograr durabilidad de estas en el mercado, mediante la aplicación de procedimientos naturales. La presente investigación desarrollo con el objetivo de establecer una metodología para la deshidratación de papa (Solanum tuberosum. L) con tecnología artesanal.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila. El material utilizado fue tubérculos de papa de la variedad Santana, obtenidos en la campaña de la provincia de Ciego de Ávila.

De acuerdo con la secuencia experimental, se procedió a lavar los tubérculos de papas manualmente con agua corriente, luego fueron escurridos y se eliminaron aquellos que no presentaban el grado de madurez considerado óptimo, así como aquellos que presentaban magulladuras o pudriciones.

Para el pelado bajo la inmersión en agua, se utilizó un cuchillo de acero inoxidable. Los elermeyer, la probeta graduada y los recipientes utilizados fueron lavados con detergente y esterilizados para evitar alguna contaminación que alterasen los resultados de la investigación.

Luego de escurridas, ya peladas las papas, se procedió a realizar el rebanado con una chicharrera conformándose la forma de rodajas y con el cuchillo en forma de juliana. Se emplearon 100 ml de agua destilada con diferentes concentraciones de sal que se muestran a continuación, denominados Tratamientos (Guzmán, et al., 2012).

- a. 100 ml de agua destilada+ sal 5 g/L.
- b. 100 ml de agua destilada+ sal 10 g/L.
- c. 100 ml de agua destilada+ sal 15 g/L.
- d. 100 ml de agua destilada+ sal 20 g/L.
- e. 100 ml de agua destilada+ sal 25 g/L.

En cada tratamiento se sumergieron 50 g del material en cada una de las formas de cortes (rodajas y juliana), para determinar cuál de las soluciones se comportaba mejor, en cuanto a la pérdida de agua y en qué tiempo ocurría dicho proceso, para lo cual se les evaluaba el peso cada dos horas hasta completar 12 horas, manteniendo constante una temperatura ambiente de 23°C, reinante en el laboratorio de Microbiología (Figura 1) (Singh, et al., 2012).





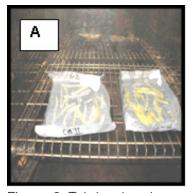
Figura 1. Diferentes formas de corte del tubérculo de papa sumergidas en las diferentes concentraciones de para la deshidratación osmótica.

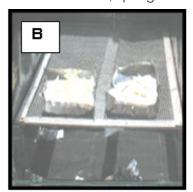
Leyenda: A: corte en forma de Rodajas y B: corte en forma de Juliana Deshidratación mediante la estufa, el secador solar y al sol directo.

Para esta investigación se utilizó la solución de mejor comportamiento de acuerdo con los objetivos propuestos en la etapa anteriormente descrita, resultando ser la de 20 % de cloruro de Sodio. En cada tratamiento tenían una masa de 50g de las papas cortadas en forma de juliana, las que se mantuvieron en inmersión por 12 horas; luego se escurrió para el procedimiento del secado. La deshidratación de las papas fue realizada en un secador de bandejas eléctrico conocido por Estufa (figura 2^a), sol directo (figura 2B) y secador solar (figura 2C), con una temperatura de 60°C tanto en la estufa como en el secador solar rústico.

En este proceso de deshidratación se evaluó la cinética del secado, ésta fue determinada pesando el material en un intervalo de tiempo cada 60 minutos hasta que el producto estuviese completamente deshidratado

Cuando las papas estaban completamente deshidratadas, se procedió al empaquetado en bolsas de nylon. El sellado se realizó con una selladora eléctrica, que garantizó la hermeticidad de la bolsa.





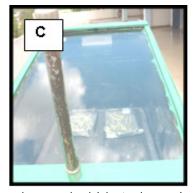


Figura 2. Tubérculos de papa (Solanumtuberosum. L) colocadas en deshidratadores. Leyenda: A: Estufa eléctrica, B Secador al sol directo, C Secador solar artesanal.

Caracterización microbiológica.

La calidad microbiológica fue determinada a los 15 días posteriores del empaque, tomando como referencia lo propuesto en la metodología de Novo & Quintana (1992).

De cada dilución se sembró 1ml por profundidad en tres placas para cada uno de los microorganismos, posteriormente se procedió a verter el Agar correspondiente.

Los microorganismos estudiados fueron bacterias, hongos y levaduras, para ello se siguió la metodología sugerida por Novo & Quintana (1992).



Figura 3. Empague de los tubérculos de papa (Solanum tuberosum. L) con el método de corte Juliana.

Valoración económica

En este epígrafe se lleva a cabo un análisis desde el punto de vista del consumo energético en que incurren ambas "tecnologías", obviándose los gastos incurridos en la construcción y/o adquisición de las mismas.

Por tal motivo, según datos suministrados por (Cardeña & Yepes, 2015), se consideran los siguientes:

Gasto energético del secador solar: 1.85 kWh/día.

Gasto energético del secador eléctrico (estufa): 4.4 kWh/día

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Al evaluar la influencia de las diferentes concentraciones de cloruro de sodio en la pérdida de masa por deshidratación osmótica, en el tiempo (Figura 4), se observa que ambos disminuir el contenido de humedad en las muestras.

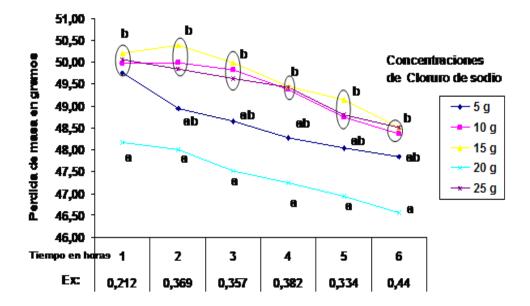


Figura 4. Pérdida de masa en rodajas de papa durante la deshidratación osmótica en diferentes concentraciones de Cloruro de Sodio. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA (p≤ 0.05) para cada momento.

Como se puede apreciar el tratamiento con la concentración 20% de cloruro de sodio provoca una disminución significativa del peso de la muestra desde el primer momento. Estos resultados coinciden con (Cardeña & Yepes, 2015) y (Duran, Albesa, Buonfiglio, & Goldner, 2018), quienes a concentraciones de cloruro de sodio de 20% obtuvieron una mejor deshidratación en el tubérculo de papa logrando mejores resultados y más factible económicamente, comparándolas con dosis más altas de esta solución.

Esto es posible a la fuerza que ejerce la solución osmodeshidratadora en función de su concentración y particularidades favoreciendo al entrar en contacto los dos sistemas la ocurrencia de un rápido flujo de agua a través de las membranas en busca de un equilibrio. Estos resultados destacan las características que posee

este tipo de proceso al presentar una primera fase con una velocidad alta de transferencia, que corresponde a la salida del agua desde las células superficiales que se encuentran en contacto con la solución osmótica según (Duran, Albesa, Buonfiglio, & Goldner, 2018).

Con respecto a la influencia del tipo de corte (Figura 5), sobre la pérdida de peso por deshidratación se pudo observar que las papas cortadas a "La Juliana" tuvieron una pérdida de peso significativamente superior a la papa cortada en rodajas, independientemente del tiempo transcurrido. De esta forma existe una uniformidad en la deshidratación y es mucho más rápida, además tiene una **presentación más estética** y elegante (Guzmán, et al., 2012).

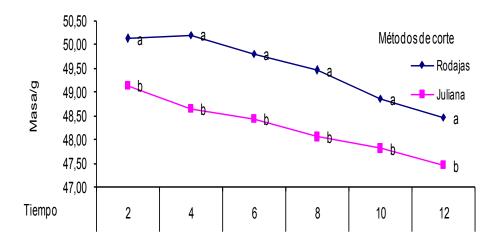


Figura 5. Pérdida de masa de la papa durante la deshidratación osmótica en diferentes métodos de cortes. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA (p≤ 0.05) para cada momento.

Comportamiento de las papas en el proceso de deshidratación mediante Secador Convencional, Sol directo y Secador solar.

En la Figura 6 se presentan los datos concernientes al comportamiento de la cinética en el secado de la papa en los tres tratamientos empleados, tomándose en consideración que en todos los casos la muestra inicial presentaba un peso homogéneo.

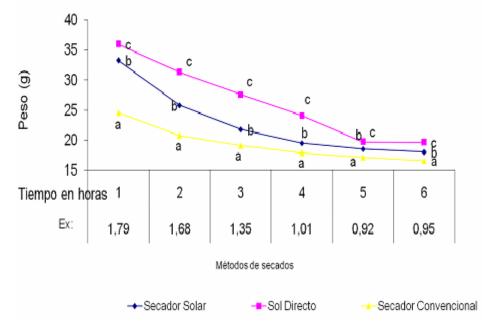


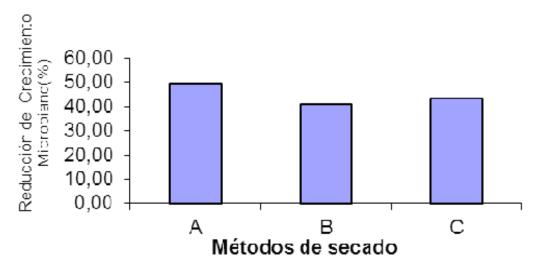
Figura 6. Cinética del secado de las papas mediante la utilización del Secador solar, Sol directo y Secador Convencional. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA (p 0.05) para cada momento.

Se aprecia que cuando se utiliza la Secador Convencional realizó el secado más rápido, siendo este mismo método el que logra la más eficiente deshidratación con valores de pérdida de humedad de 16.5g en sólo tres horas. Meritorio destacar resulta el comportamiento que siguen los otros dos métodos, los cuales alcanzan un peso final de 18,04 g y 19,63 g, para el secador solar y la exposición directa al sol, respectivamente, Este comportamiento permite recomendar la utilización de cualquiera de estas dos últimas variantes, sólo si nos atenemos al ahorro de energía, argumentos que le confieren mayores beneficios económicos. Similares resultados informan (Acevedo, et al., 2017).

Estudios realizados por (Hernández, Victor, Omar, Pedro, & David, 2017), en la deshidratación de papa obtuvo resultados similares pero transcurridas 5 horas, coincidiendo los mejores resultados en el sacador solar. Por su parte Acevedo, et al. (2017), afirman que con la aplicación del desecador solar se obtenía bajo costo de inversión y utilización, motivos por los cuales propone a esta tecnología de conservación como la adecuada para condiciones de bajos insumos.

Dinámica del crecimiento de bacterias

En la figura 7 se compara la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC/g de alimento) de bacterias estudiadas transcurridos los primeros quince días después de empacados.



Leyenda: A Sol Directo, B Secador Convencional, C Secador Solar.

Figura 7. Comportamiento crecimiento microbiano en la papa de los microorganismos ante diferentes métodos de deshidratación: Secador solar, Sol directo y la Estufa. Medias con letras desiguales difieren según ANOVA (p≤ 0.05) para cada momento.

La figura 7 muestra el crecimiento de las bacterias en cada método de deshidratación estudiado, lo cual se atribuye al nivel de deshidratación que alcanzaron las papas con la utilización de estas técnicas, por lo que es posible el empleo de cualquiera de las tres modalidades de secado para deshidratar alimentos.

Comportamientos similares informan Mauteucci, et al. (2017), al plantear que la temperatura puede afectar a todas las etapas del crecimiento bacteriano: fase de latencia, velocidad de crecimiento, número final de células. Dichas investigaciones afirman la destrucción de los microorganismos por efectos del calor (temperatura superior a aquéllas a las que crecen los microorganismos), aspecto que asocian a la coagulación de las proteínas y a la inactivación de las enzimas necesarias para su normal metabolismo, lo que provoca su muerte o lesiones subletales (Khaneghah, et al., 2020).

Investigaciones realizadas por Della Roca & Mascheroni (2015), y citado por Ceballos, et al. (2014), señalan que la sal puede actuar de varias formas para inhibir el crecimiento microbiano y preservar el alimento, la más conocida es la que se basa en la reducción de la cantidad de agua disponible a los microorganismos para los procesos de crecimiento, que los conlleva a su letalidad.

Con respecto a la presencia de los hongos y levaduras en los tres métodos de secado estudiado se apreció que no hubo crecimiento. Esto pudo ser posible por el nivel de deshidratación que alcanzaron los alimentos

con la utilización de estas técnicas, también de una forma u otra la temperatura influyo desde un punto de vista en el resultado, por lo que es posible el empleo de cualquiera de las tres modalidades de secado para deshidratar alimentos (Abdulhussain & Razavi, 2020).

El proceso de escaldado reduce las poblaciones de hongos y levaduras contaminantes debido a que el calor desnaturaliza las proteínas e inhibe el crecimiento de ellos sobre las superficies del alimento y, en consecuencia, ayuda a las operaciones posteriores de conservación (Ceballos, et al., 2014).

De los tres métodos de deshidratación empleados, y dado que el tiempo necesario para que las papas alcancen el contenido de humedad requerido para su envasado fue similar, es que sólo se toma en consideración los gastos incurridos en el uso de la energía eléctrica. Por tal motivo se parten de las siguientes condiciones: Gasto energético del secador solar: 1.85 kWh/día. Y Gasto energético del secador eléctrico (estufa): 4.4 kWh/día

Por lo anterior es que en las 3 horas que se necesita que trabaje la Secador Convencional el consumo sería de 0.18 KWh, mientras que, en el secador solar, a pesar de requerir una hora más el consumo es de sólo 0.07 KWh, razones obvias que le confieren la factibilidad de su empleo a esta última variante de conservación (Figura 8).

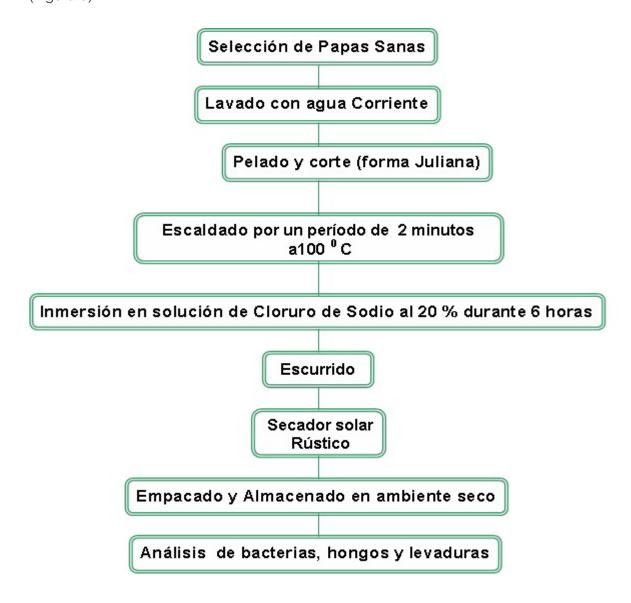


Figura 8. Esquema general de la metodología para la deshidratación de papa (*Solanum tuberosum. L*) con tecnología artesanal.

CONCLUSIONES

Se logra establecer una metodología de deshidratación de papa mediante tecnologías artesanales. La deshidratación parcial de las papas se obtiene con la inmersión durante 4 hora en solución de NaCl al 20 %. En la cinética de secado el resultado más eficiente se obtiene con el secador convencional seguido del secador rustico y por último el sol directo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulhussain Kareem, R., & Razavi, S. H. (2020). Planta ricinbacteriocins: As safe alternative antimicrobial peptides in food preservation—A review. *Journal of Food Safety*, *40*(1).
- Acevedo, D., Guzmán, L., & Granados, C. (2017). Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la perdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 10(2), 170 176.
- Cardeña, R., & Yepes, C. J. (2015). Diseño, construcción y evaluación de un secador solar directo para la deshidratación de la papa por convención natural. (Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Ceballos, E. M., Ortis, M. T., & Jiménez, M. (2014). Cambios en las propiedades de las frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. Temas selectos de ingeniería de los alimentos, 6, 98-110.
- Chen, J., Liao, C., Ouyang, X., Kahramanoğlu, I., Gan, Y., & Li, M. (2020). Antimicrobial activity of pomegranatepeel and its application son food preservation. *Journal of Food Quality*, 2020.
- Della Roca, P., & Mascheroni, P. (2015). Deshidratación de papas por métodos combinados de secado: deshidratación osmótica, secado por microondas y convección con aire caliente. Proyecciones, 9(2).
- Duran, G. F., Albesa, G., Buonfiglio, M. C., & Goldner. (2018). Ensayos de secado en laboratorio de papa andina y papa criolla. Obtención experimental de coeficientes de secado Grupo de Investigación y Desarrollo para la Agroindustria (GIDAI) Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Instit.
- Guzmán1, L., Acevedo1, D., & Granados, C. (2012). Efecto del escaldado, deshidratación osmótica y recubrimiento en la perdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de papa criolla fritas. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 10(2), 170 176.
- Hernández-Gómez, V., Olvera-García, O., Guzmán-Tinajero, P., & Morillón-Gálvez, D. (2017). Secado de frutas y verduras con energía solar. Revista de Sistemas Experimentales, 4(11), 22-33.

- Khaneghah, A. M., Abhari, K., E., I., Soares, M. B., Oliveira, R. B., Hosseini, H., Rezaei, M., Balthazar, C. F., Silva, R. Cruz, A., Ranadheera, C. S., & .Sant'Ana, A. (2020). Interactions bet ween probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 205-218.
- Mauteucci, R. R., Della Roca, P. A., & Mascheroni, R. H. (2017). Estudio microbiológico y estructural de papas deshidratadas por métodos combinados y envasadas en atmósfera modificada. Universidad Tecnológica Nacional.
- Novo, R., & Quintana, E. (1992). Prácticas de microbiología. Editorial Pueblo y Educación.
- Singh, B., Penesar, P. S., Nanda, V., & Kennedy, J. F. (2012). Optimization of osmotic dehydration conditions of peach slices in sucrose solution using response surface methodology. J. Food Science & Technology, 49(5), 547–555.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

COMPORTAMIENTO MORFO-AGROPRODUCTIVO DE DIFERENTES CULTIVARES DE PIMIENTO (CAPSICUM ANUUM L.) EN LA PARRO-QUIA LA VICTORIA, ECUADOR

MORFOAGROPRODUCTIVE BEHAVIOR OF DIFFERENT PEPPER CULTIVARS (CAPSICUM ANUUM L.) IN LA VICTORIA PARISH, ECUADOR

Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6453-2108

Hipólito Israel Pérez Iglesias¹ E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3368-8716

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

Joe Vicente Sánchez Mosquera¹ E-mail: jsanchez@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7259-7550

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H., García Batista, R. M., & Sánchez Mosquera, J. V. (2021). Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares de pimiento (Capsicum anuum I.) en la parroquia La Victoria, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 92-103.

RESUMEN

Las bondades del pimiento (vitamina C, capsantina, pigmentos antioxidantes, provitamina A) han contribuido al desarrollo de investigaciones con logros importantes en el desarrollo de nuevos híbridos, con mejor producción y resistencia a condiciones desfavorables. El trabajo se realizó en la granja experimental del Colegio Técnico Agropecuario Eugenio Espejo ubicado en la parroquia La Victoria cantón Las Lajas, provincia de El Oro, Ecuador; con el objetivo de evidenciar el comportamiento de diferentes cultivares de pimiento (Padrón, Cubanelle, Marconi y Yolo Wonder) mediante la medición de parámetros morfológicos a los 30 y 60 días después del trasplante de plántulas; y agroproductivos a los 75 días después del trasplante en un área experimental. Para ello, se estableció un diseño cuadrado latino simple (4 tratamientos con 4 repeticiones) con 16 unidades experimentales de una superficie de 4 m2. Las variables evaluadas a los 30 y 60 días después del trasplante fueron altura de la planta, número de hojas activas y diámetro del tallo y finalmente en el momento de la cosecha el número de frutos por planta, cantidad de frutos recolectados por planta en la primera cosecha, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso del fruto y rendimiento agrícola. El cultivar Cubanelle presentó el mejor rendimiento agrícola (2.12 t ha-1) en la localidad, además presentó precocidad en la floración y mayor cuajado de los frutos, lo que puede constituir un indicador de la adaptación de este cultivar a las condiciones edafoclimáticas y de manejo del cultivo en la zona.

Palabras clave:

Pimiento, cultivar, comportamiento, rendimiento, parámetros morfo-agroproductivos.

ABSTRACT

The benefits of pepper (vitamin C, capsanthin, antioxidant pigments, provitamin A) have contributed to the development of research with important achievements in the development of new hybrids, with better production and resistance to unfavorable conditions. The work was carried out in the experimental farm of the Eugenio Espejo Agricultural Technical College located in La Victoria parish, Las Lajas canton, El Oro province, Ecuador; with the objective of demonstrating the behavior of different pepper cultivars (Padron, Cubanelle, Marconi and Yolo Wonder) by measuring morphological parameters at 30 and 60 days after transplanting seedlings; and agroproductive 75 days after transplantation in an experimental area. For this, a simple Latin square design (4 treatments with 4 repetitions) was established with 16 experimental units of a surface area of 4 m2. The variables evaluated at 30 and 60 days after transplantation were plant height, number of active leaves and stem diameter and finally at harvest time the number of fruits per plant, number of fruits collected per plant in the first harvest, fruit diameter, fruit length, fruit weight and agricultural yield. The cultivar Cubanelle presented the best agricultural yield (2.12 t ha-1) in the locality. in addition, it presented early flowering and greater fruit setting, which may constitute an indicator of the adaptation of this cultivar to the edaphoclimatic conditions and crop management in the area.

Keywords:

Pepper, cultivar, behavior, yield, morpho-agroproductive parameters.

INTRODUCCIÓN

La agricultura resulta de suma importancia para el estudio de un país, porque aparte del efecto económico vinculado en esta labor, empiezan un sin número de cuestionamientos acerca de gastos ambientales vinculados, principalmente en la actualidad, por ejemplo, a los diferentes métodos de producción que se están efectuando (Escobar, 2016).

El proceso de modernización de la agricultura desde el inicio de la revolución verde en 1945 hasta la actualidad se ha caracterizado por la transformación de las formas de producción, la intensificación, la concentración y especialización de las producciones, así como, la industrialización que demanda capital e insumos externos (Casimiro-Rodríguez et. al., 2020). El manejo agrícola de sistemas de producción agropecuaria puede constituir un factor que afecta la degradación de los suelos y por tanto la productividad en la producción de cultivos (Rodríguez, et al., 2020).

La población en el mundo se encuentra en un rápido incremento, por este motivo se espera tener mayor importancia en la producción agrícola. La horticultura es una de las actividades más importante por su gran interés que presenta en la alimentación, dentro de este gran número de hortalizas está al pimiento, perteneciente al género *Capsicum* el cual pertenece a la familia de las solanáceas, este fruto lo podemos comer verde o maduro, en el mundo este cultivo es un alimento indispensable para la alimentación humana por su alta fuente de vitaminas A y C (Castillo Vera & Jiménez Calero, 2013).

A nivel mundial el pimiento (*Capsicum anuum* L.) es reconocido como una de las hortalizas más importantes por su alto contenido nutricional y la buena rentabilidad que ofrece al productor. Las bondades del pimiento (vitamina C, capsantina, pigmentos antioxidantes, provitamina A, etc.), ha contribuido a la realización de una gran cantidad de investigaciones que han obtenido importantes logros, ante todo en el desarrollo de nuevos híbridos, con mejor producción y resistencia condiciones biológicas y físicas desfavorables (Borbor & Suárez, 2007).

En los últimos años, la mejora de hortícolas se ha centrado en la búsqueda de cultivares mejor adaptados a condiciones de estrés y que produzcan frutos de calidad nutricional superior. En nuestro país cultivar pimiento significa generar ingresos importantes para el sector agrícola, esta hortaliza se cultiva en la costa y además en algunas zonas de la sierra con baja altitud. De acuerdo con Borbor & Suárez (2007), en Ecuador se producían alrededor de 956 hectáreas con Guayas, Esmeraldas y Manabí como las principales provincias costeras de mayor producción. En nuestro país se comenzó a realizar exportaciones en 1996 con Holanda y España siendo mercados de mayor importancia; con la finalidad de aumentar la

producción de esta hortaliza, han empezado a utilizar híbridos nuevos para la producción. Conocer el desarrollo agronómico de diferentes cultivares en ciertas zonas nos permitirá determinar su adaptabilidad, producción y comportamiento a los diferentes factores de dicha zona v así poder realizar un adecuado manejo cultural. De acuerdo con Elizondo & Monge (2017), que indican que el descriptor es una característica en una fase determinada, y como toda propiedad de un organismo, es producto del comportamiento de uno o más genes entre sí y con el ambiente. Los descriptores morfo-agronómicos pueden ser cualitativos, por lo general poco variables por factores ambientales como la forma y el color de los frutos; o cuantitativos como el rendimiento y tamaño de los frutos, siendo expresados en unidades de medida (Elizondo & Monge, 2017).

El objetivo de la investigación experimental fue evidenciar el comportamiento de diferentes cultivares de pimiento (Padrón, Cubanelle, Marconi y Yolo Wonder) mediante la medición de parámetros morfo-agroproductivos (altura de la planta, hojas activas y diámetro del tallo a los 30 y 60 días después del trasplante de plántulas; y frutos por planta, longitud y diámetro del fruto, así como, el rendimiento agrícola del cultivo a los 75 días después del trasplante) en un área experimental de la parroquia La Victoria, cantón Las Lajas, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue desarrollada en la granja experimental del Colegio Técnico Agropecuario Eugenio Espejo, en la parroquia La Victoria del cantón La Lajas, provincia de El Oro, Ecuador, ubicado en las coordenadas 3°47'40.00" de Latitud Sur y 80° 3'50.57" de longitud Oeste, a una altitud de 394 msnm. De acuerdo con Chuchuca (2014), el nivel de fertilidad de los suelos en el cantón Las Lajas es moderada en aproximadamente 54% de toda la superficie; y la clase textural predominante es franca arenosa, además, son suelos muy ácidos, con un nivel de carbono orgánico y materia orgánica baja, aunque con niveles altos de calcio, potasio y magnesio. Según datos del Gobierno Autónomo Descentralizado Las Lajas (2015), la precipitación promedio anual es de 634 mm, con una precipitación máxima de 133 mm en marzo y mínima de 6 mm en el mes de agosto. Presenta una temperatura promedio anual de 25.5°C; con máximas de 30°C en el mes de abril y mínimas de 21°C en septiembre. La humedad relativa promedio es de 70%, con una evaporación anual de 1145 mm, máxima de 113 mm en diciembre y mínima de 7 mm en junio.

Se aplicó un diseño cuadrado latino simple, debido a que se manipuló un factor de estudio (cultivares de pimiento), conformado por cuatro híbridos de pimiento (Figura 1), replicados de forma aleatoria cuatro veces, generándose 16 unidades o parcelas experimentales (2,0 m de largo x 2,0 m de ancho=4,0 m2 de superficie neta), las cuales fueron agrupadas en hileras y columnas con la finalidad de reducir el efecto provocado por factores no controlados (humedad y fertilidad del suelo).



Figura 1. Semillas de cultivares de pimiento utilizados en el experimento.

La distancia de siembra utilizada en el ensayo fue de 0.30 m entre hileras y 0.40 m entre plantas, para una densidad de población de 30 plantas por unidad experimental. La caracterización de los cultivares de pimiento utilizados se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características de los cultivares objeto de estudio en la investigación.

Cultivares de pimiento	Características
Padrón (T-1)	La planta puede alcanzar una altura de 128,82 cm; la cruz se ubica a 30,88 cm. El tamaño de los frutos comerciales es de 4,13 cm de longitud y 1,80 cm de ancho, con un peso de 4,68 g, mientras que su fruto maduro puede llegar a tener 7,39 cm de longitud, ancho de 3,12 cm y un peso de 19,3 g.
Cubanelle (T-2)	Cultivar dulce que presenta un color verde amarillento, cuando se deja madurar alcanza un color rojo brillante. Su carne es un poco más delgada que otros cultivares y presenta un aspecto más arrugado. Su principal uso es extensamente en la cocina utilizado comúnmente en guisos, ensaladas y para pizzas. Ricos en vitamina C y maduran aproximadamente a los 75 días (Orellana & León, 2011).
Marconi (T-3)	Pimiento dulce y alargado, con frutos carnosos y grandes. Es utilizado para asar en parrilla y para rellenar. Produce pimientos de 15 a 20 cm de longitud. Se puede cosechar en verde aproximadamente a los 72 días después del trasplante (Orellana & León, 2011).

Yolo Wonder (T-4) de forma cuae carne gruesa. está maduro productival de forma cuae carne gruesa.

Cultivar semiprecoz, con fruto ancho de forma cuadrangular, carnosos y de carne gruesa. Color intenso. Cuando está maduro presenta un color rojo, con carne dulce y compacta (Orellana & León, 2011).

La preparación del suelo se efectuó con la finalidad de garantizar un lecho adecuado para el crecimiento y desarrollo de las plantas. La siembra se efectuó previa pregerminación de las semillas, efectuada en un sustrato elaborado a base de una mezcla de suelo arenoso con humes de lombriz y hojarasca, desinfectado con una solución de formol al 1%. Para evitar la presencia y propagación de hongos fitopatógenos en las bandejas germinadoras se eliminaron las plántulas con daños en la base del tallo y posterior a la eliminación se aplicó canela molida al pie de cada plántula para prevenir o eliminar la presencia de patógenos en el suelo ya que contiene sustancias antifúngicas. El control de arvenses se realizó de forma manual con la ayuda de machete y lampilla. El trasplante de plántulas se efectuó después de 30 días de la siembra en las bandejas germinadoras. Después del trasplante se realizó la aplicación de un enraizador (Phyto Root) 50 cc en 20 litros de agua para el crecimiento radicular y la adaptación de las plántulas al nuevo terreno. Con la finalidad de garantizar el anclaje de las plantas y evitar el volcamiento se realizó aporque con azadón. Se aplicó de un fertilizante foliar (Fuerza verde) cada 15 días con la ayuda de un atomizador. Durante el crecimiento vegetativo se aplicó una solución de fungicida sistémico al pie de cada planta (Fosetil Al) 10 g en 20 litros de agua como preventivo contra hongos. Se aplicó purín de ortiga foliarmente para repeler los principales insectos plagas de este cultivo como pulgón, mosca blanca y araña roja. Se colocaron trampas cromáticas de color amarillo para control del pulgón y la mosca blanca y trampas azules para el control de Trips. Se aplicó carbón vegetal para mejorar la fertilidad del suelo. La cosecha se realizó a los 75 días después del trasplante tomando en cuenta únicamente los frutos que han llegado a su completo desarrollo.

Los datos de la variable altura de la planta fueron obtenidos en los días 30, 45 y 60 después del trasplante, para lo cual se midió la altura desde la base del tallo hasta el último meristemo apical. El diámetro del tallo se midió a los días 30, 45 y 60 después del trasplante, en la base del tallo principal de la planta. El conteo de hojas activas se efectuó a los días 30, 45 y 60 después del trasplante. Los datos de días a la floración fueron tomados en dependencia del desarrollo fisiológico de cada cultivar, en el momento que presentaron flores alrededor del 50% de plantas en cada tratamiento. Antes de la cosecha se procedió al conteo de frutos por planta en las 10 plantas seleccionadas de cada unidad experimental, en los cuales se midió su longitud desde la base del pedúnculo hasta

el ápice del fruto, así como, el diámetro. A cada fruto seleccionado se le efectuó el pesaje con el empleo de una báscula digital.

Para determinar la presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los cultivares Padrón, Cubanelle, Marconi y Yolo Wonder en relación a la altura de plantas, hojas activas y diámetro del tallo a los 30 y 60 días después del trasplante de plántulas; y frutos por planta, longitud y diámetro del fruto, así como, el peso de frutos y el rendimiento agrícola, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) factorial intergrupos. previo cumplimiento de los supuestos del modelo lineal aditivo utilizado (normalidad de datos, homogeneidad de varianzas y Aditividad tratamientos-bloques). Se efectuaron pruebas de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (prueba post-hoc) para determinar entre que cultivares de pimiento se encuentran similitudes o diferencias entre cultivares respecto a cada una de las variables evaluadas. Se utilizaron gráficos de barras simples en las cuales se establecieron letras para la identificación de similitudes o diferencias entre los cultivares de estudio. Los datos obtenidos en el estudio se procesaron mediante la utilización del paquete estadístico SPSS versión 25 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% (α =0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba estadística muestra que en altura de la planta a los 30 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objeto de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0.05 evidenciándose que según las características cada cultivar la altura de la planta es diferente (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la prueba estadística de efectos intergrupos para altura de la planta a los 30 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	1186,433	9	131,826	61,545	0,000
Interceptación	62833,366	1	62833,366	29334,758	0,000
Cultivares	1146,681	3	382,227	178,449	0,000
Error	321,291	150	2,142		
Total	64341,090	160			

Los cuatro cultivares estudiados presentan diferencias estadísticamente significativas en la variable altura de la planta a los 30 días después del trasplante, aunque el cultivar Padrón (=23.5 cm) alcanzó el mayor valor, siguiéndole los cultivares Marconi (=21.2 cm), Cubanelle (X=17.8 cm) y Yolo Wonder (X=16.8 cm); lo que puede atribuirse a las características genéticas de cada cultivar (Figura 2).

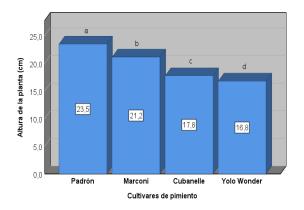


Figura 2. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con la altura de la planta a los 30 días después del trasplante.

Orellana & León (2011), en el cultivar Cubanelle registraron una altura de planta de 12.16 cm 30 días después del trasplante, inferior a lo obtenido en el experimento en el cultivar Cubanelle (17.8 cm).

La prueba estadística muestra que en número de hojas activas a los 30 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objeto de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar el número de hojas activas es diferente (Tabla 3).

Tabla 3. Prueba de efectos intergrupos para número de hojas activas a los 30 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	8639,006	9	959,890	53,965	0,000
Interceptación	101253,906	1	101253,906	5692,499	0,000
Cultivares	7264,369	3	2421,456	136,134	0,000
Error	2668,087	150	17,787		
Total	112561,000	160			

Los cultivares Marconi (=20.6 hojas) y Yolo Wonder (=20.4 hojas) alcanzaron los valores más bajos de número de hojas activas a los 30 días después del trasplante presentando igualdad entre ellos, pero diferentes estadísticamente a los cultivares Padrón (=36.7 hojas) y Cubanelle (=22.9 hojas); lo que puede atribuirse a las características genéticas de cada cultivar (Figura 3).

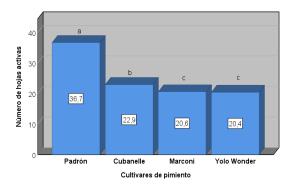


Figura 3. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el número de hojas a los 30 días después del trasplante.

La prueba estadística muestra que en diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar el diámetro del tallo es diferente (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de efectos intergrupos para diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	54,557	9	6,062	31,041	0,000
Interceptación	3640,273	1	3640,273	18640,706	0,000
Cultivares	51,503	3	17,168	87,910	0,000
Error	29,293	150	0,195		
Total	3724,124	160			

Los cultivares Cubanelle (=4.16 mm) y Yolo Wonder (=4.29 mm) alcanzaron los valores más baios de diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante presentando igualdad entre ellos, pero diferentes estadísticamente a los cultivares Padrón (=5.52 mm) y Marconi (=5.11 mm); lo que puede atribuirse a las características genéticas de cada cultivar (Figura 4).

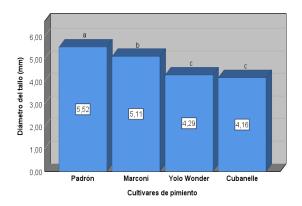


Figura 4. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el diámetro del tallo a los 30 días después del trasplante.

Castillo Vera & Jiménez Calero (2013), registran en el cultivar Marconi un diámetro de tallo de 5.74 mm el cual es superior con diferencia mínima respecto al valor obtenido en el experimento que fue de 5.11 mm.

La prueba estadística muestra que en altura de la planta a los 60 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar la altura de la planta es diferente (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de efectos intergrupos para altura de la planta a los 60 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	4155,344	9	461,705	101,590	0,000
Interceptación	245572,406	1	245572,406	54033,680	0,000
Cultivares	3911,171	3	1303,724	286,860	0,000
Error	681,720	150	4,545		
Total	250409,470	160			

Los cuatro cultivares de estudio son diferentes estadísticamente en relación con la variable altura de la planta a los 60 días después del trasplante, sin embargo, el cultivar Padrón (=44.8 cm) alcanzó el mayor valor, siguiéndole en orden decreciente los cultivares Marconi (=42.7 cm), Cubanelle (=37.1 cm) y Yolo Wonder (=32.1 cm); lo que puede atribuirse a las características genéticas de cada cultivar (Figura 5).

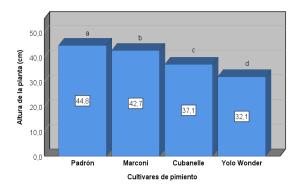


Figura 5. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con la altura de la planta a los 60 días después del trasplante.

Orellana & León (2011), en el cultivar Cubanelle registraron una altura promedio de 32.32 cm el cual es menor, menor a los 37.1 cm el cual se obtuvo en el experimento.

La prueba estadística muestra que en número de hojas activas a los 60 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar el número de hojas activas es diferente (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de efectos intergrupos para número de hojas activas a los 60 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	20262,306	9	2251,367	85,146	0,000
Interceptación	296614,506	1	296614,506	11217,870	0,000
Cultivares	17890,069	3	5963,356	225,532	0,000
Error	3966,187	150	26,441		
Total	320843,000	160			

Los cultivares Marconi (=35.3 hojas) y Yolo Wonder (=35.6 hojas) alcanzaron los valores más bajos de número de hojas activas a los 60 días después del trasplante presentando igualdad estadística entre ellos, aunque diferentes estadísticamente a los cultivares Padrón (=61.1 hojas), que alcanzó el mayor valor (diferente estadísticamente al resto de cultivares) y Cubanelle (=40.3 hojas); lo que puede atribuirse a la adaptabilidad de los cultivares a las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento (Figura 6).

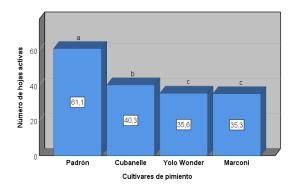


Figura 6. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el número de hojas a los 60 días después del trasplante.

La prueba estadística muestra que en el diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar el diámetro del tallo es diferente (Tabla 7).

Tabla 13. Prueba de efectos intergrupos para diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	66,793	9	7,421	19,818	0,000
Interceptación	8612,611	1	8612,611	22999,010	0,000
Cultivares	61,764	3	20,588	54,978	0,000
Error	56,172	150	,374		
Total	8735,575	160			

Los cultivares Cubanelle (=6.74 mm) y Yolo Wonder (=6.71 mm) alcanzaron los valores más bajos de diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante presentando igualdad estadística entre ellos, aunque diferentes estadísticamente a los cultivares Padrón (=8.10 mm), que alcanzó el mayor valor (diferente estadísticamente al resto de cultivares) y Marconi (=7.80 mm) (Figura 7).

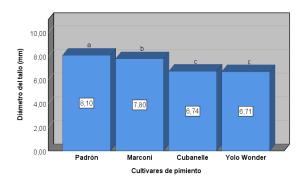


Figura 7. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el diámetro del tallo a los 60 días después del trasplante.

Castillo Vera & Jiménez Calero (2013), indican que en el cultivar Marconi obtuvo 10.26 mm de diámetro de tallo el cual superior al obtenido en el experimento.

La prueba estadística muestra que en número de frutos por planta en la primera cosecha se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características de cada cultivar el número de frutos por planta es diferente (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de efectos intergrupos para el número de frutos por planta.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	205,506	9	22,834	26,930	0,000
Interceptación	1398,306	1	1398,306	1649,108	0,000
Cultivares	197,719	3	65,906	77,727	0,000
Error	127,188	150	,848		
Total	1731,000	160			

Los cultivares Cubanelle (=3 frutos) y Marconi (=3 frutos) alcanzaron valores intermedios de número de frutos por planta en la primera cosecha presentando igualdad entre ellos, aunque diferentes estadísticamente con los cultivares Yolo Wonder (=2 frutos) que presentó el menor valor y Padrón (=5 frutos) alcanzando el mayor valor, diferentes estadísticamente a los demás cultivares objeto de estudio (Figura 8).

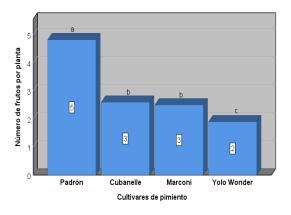


Figura 8. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el número de frutos por planta.

Castillo Vera & Jiménez Calero (2013) registran en el cultivar Marconi 6.54 frutos por planta, a los 120 días siendo superior al obtenido en el experimento a los 70 días después del trasplante en el cultivar Marconi (=3 frutos) e igual a lo obtenido en el cultivar Padrón (=5 frutos).

La prueba estadística muestra que en la cantidad de frutos recolectados por planta en la primera cosecha se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características de cada cultivar la cantidad de frutos recolectados por planta es diferente (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de efectos intergrupos para cantidad de frutos cosechados por planta.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	61,956	9	6,884	23,855	0,000
Interceptación	327,756	1	327,756	1135,742	0,000
Cultivares	57,169	3	19,056	66,034	0,000
Error	43,287	150	,289		
Total	433,000	160			

Los cultivares Cubanelle (=1.4 frutos) y Marconi (=1.2 frutos) alcanzaron valores intermedios de cantidad de frutos recolectados por planta en la primera cosecha presentando igualdad estadística entre ellos, pero diferentes estadísticamente con los cultivares Yolo Wonder (=1 fruto) que presentó el menor valor y Padrón (=2.4 frutos), que alcanzó el mayor valor; diferente estadísticamente diferentes al resto de cultivares (Figura 9).

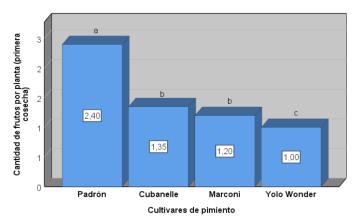


Figura 9. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con la cantidad de frutos por planta en la primera cosecha.

Flores (2015), en el cultivar Cubanelle en la primera cosecha registró 3.15 frutos recolectados por planta, el cual es superior a lo obtenido en los cultivares Padrón (=2.40 frutos), Cubanelle (=1.35 frutos), Marconi (=1.2 frutos) y Yolo Wonder (=1 fruto).

La prueba estadística muestra que en el diámetro del fruto se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características de cada cultivar el diámetro del fruto es diferente (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de efectos intergrupos para diámetro del fruto.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	12579,147	9	1397,683	110,839	0,000
Interceptación	386209,742	1	386209,742	30627,320	0,000
Cultivares	12403,925	3	4134,642	327,887	0,000
Error	2761,585	219	12,610		
Total	412917,954	229			

Los cuatro cultivares de estudio son diferentes estadísticamente en la variable diámetro del fruto, pero el cultivar Yolo Wonder (=58.07 mm), alcanzó el mayor valor, estadísticamente diferente al resto de tratamientos, siquiéndole los cultivares Cubanelle (=43.74 mm), Marconi (=41.55) y Padrón (=35.26 mm), siendo este el que alcanzó el menor valor (Figura 10).

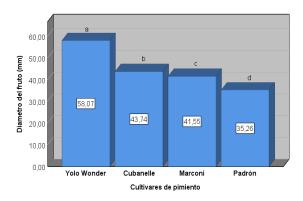


Figura 10. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el diámetro del fruto.

La prueba estadística muestra que en la longitud del fruto se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características cada cultivar la longitud del fruto es diferente (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de efectos intergrupos para longitud del fruto.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	1389,166	9	154,352	128,812	0,000
Interceptación	20168,435	1	20168,435	16831,256	0,000
Cultivares	1356,378	3	452,126	377,315	0,000
Error	262,422	219	1,198		
Total	24395,255	229			

Los cultivares Padrón (=7.9 cm) y Yolo Wonder (=7.6 cm) alcanzaron los valores más bajos en longitud del fruto sin diferencias estadísticas significativas entre ellos, aunque diferentes a los cultivares Marconi (=13.2 cm), el de mayor longitud y Cubanelle (=12.2 cm) (Figura 11).

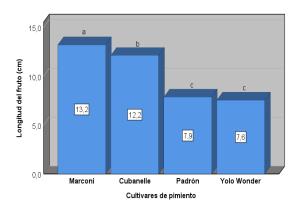


Figura 11. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con la longitud del fruto.

La prueba estadística muestra que en el peso del fruto se presentan diferencias altamente significativas entre los cultivares objetos de estudio ya que se obtuvo un p-valor=0,000; menor a 0,05 evidenciándose que según las características en cada cultivar el peso del fruto es diferente (Tabla 12).

Tabla 12. Prueba de efectos intergrupos para peso del fruto.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	62904,158	9	6989,351	150,485	,000

Interceptación	427467,370	1	427467,370	9203,628	,000
Cultivares	60909,430	3	20303,143	437,139	,000
Error	10171,571	219	46,446		
Total	445339,000	229			

Los cultivares Marconi (=48.9 g) y Cubanelle (=47.9 g) presentaron valores intermedios en peso del fruto evidenciando no diferencias estadísticas, aunque diferentes estadísticamente a los cultivares Padrón (=22.6 g), siendo el menor valor y Yolo Wonder (=68.7 g), presentando el mayor peso, diferente estadísticamente al resto de cultivares (Figura 12).

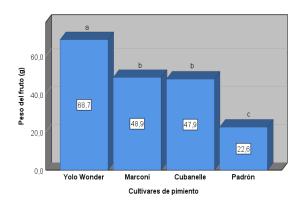


Figura 12. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el peso del fruto.

La prueba estadística muestra que en el rendimiento agrícola se presentan diferencias significativas entre los cultivares objetos de estudio, ya que se obtuvo un p-valor=0,005; menor a 0,05 evidenciándose que según las características en cada cultivar el rendimiento agrícola es diferente (Tabla 13).

Tabla 13. Prueba de efectos intergrupos para el rendimiento agrícola.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p-valor
Modelo corregido	1,915	9	,213	5,890	0,021
Interceptación	49,272	1	49,272	1363,906	0,000
Cultivares	1,351	3	,450	12,465	0,005
Error	,217	6	,036		
Total	51,403	16			

Los cultivares Cubanelle (=2.12 t ha-1) y Marconi (=1.90 t ha-1) alcanzaron los mayores valores en rendimiento agrícola presentando igualdad estadística entre ellos, al igual que, este último y el cultivar Padrón (=1.67 t ha-1), presentando igualdad entre ellos, pero diferentes estadísticamente al cultivar Yolo Wonder (=1.33 t ha-1) que presentó el menor rendimiento agrícola (Figura 13).

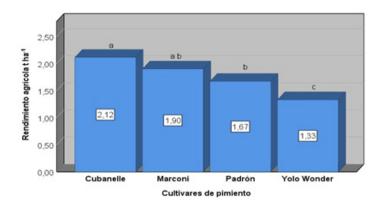


Figura 13. Comportamiento de los cultivares de pimiento en relación con el rendimiento agrícola.

Flores (2015), en el cultivar Cubanelle en la primera cosecha registró un rendimiento de 518.83 kg/ha (0.518 t ha⁻¹) el cual es menor al resultado que se obtuvo en la primera cosecha en el experimento que fue de 2.12 t ha 1 en el cultivar Cubanelle.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en parámetros morfológicos (altura de la planta, hojas activas y diámetro del tallo) evidencian que el cultivar Padrón mostró los mayores valores en los dos momentos de evaluación; lo que puede estar condicionado a una mejor adaptación a condiciones edafoclimáticas donde se desarrolló el experimento y a las potencialidades del cultivar.

En relación con las variables agronómicas (frutos por planta, cantidad de frutos cosechados, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso del fruto y rendimiento agrícola) el cultivar Padrón alcanzó los frutos de menor diámetro y peso; el cultivar Cubanelle produjo frutos de longitud, diámetro y peso intermedio; sin embargo, el cultivar Marconi obtuvo los frutos de mayor longitud, mientras Yolo Wonder alcanzó los frutos de mayor diámetro y peso. El cultivar Cubanelle presentó el mejor rendimiento agrícola (2.12 t ha-1) diferente estadísticamente y mayor al resto de cultivares estudiados, Marconi (1.9 t ha⁻¹), Padrón (1.67 t ha⁻¹) y Yolo Wonder que alcanzó la producción más baja (1.33 t ha⁻¹).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borbor, A., & Suárez, G. (2007). Producción de tres híbridos de pimiento (Capsicum annuum L.) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental río verde, cantón Santa Elena. (Tesis de Ingeniería Agropecuaria). Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Casimiro-Rodríguez, L., Casimiro-González, J. Suárez-Hernández, J., Martín-Martín, G. J., Navarro-Boulandier, M., & Rodríguez-Delgado, I. (2020). Evaluación de la resiliencia socioecológica en escenarios de agricultura familiar en cinco provincias de Cuba. Revista Pastos y Forrajes, 43(4), 304-314.
- Castillo Vera, H. E., & Jiménez Calero, P. R. (2013). Producción de pimiento (Capsicum annum. L.) hibrido marconi con cuatro distancias de siembra y fertilización guímica en las naves. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Chuchuca, N. (2014). Mapificación del grado de fertilidad de suelos, mediante los sistemas de información geográfica (SIG), del cantón Las Lajas provincia de El Oro. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado Las Lajas. (2015). Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial. http://www.laslajas.gob.ec/gaceta/2.%20Plan%20desarrollo%20PDyOT%20las%20lajas.pdf

- Elizondo, E., & Monge Pérez, J. E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (Capsicum annuum) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. InterSedes, 18(37).
- Escobar, G. (2016). La relevancia de la agricultura en América Latina y el Caribe. Nueva Sociedad, 1-22. https:// static.nuso.org/media/documents/agricultura.pdf
- Flores, J. (2015). Efecto de tres distancias de siembra en el rendimiento de dos variedades de pimiento (Capsicum annuum L.). (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil.
- Orellana, C. M., & León, E. E. (2011). Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (Capsicum annum), bajo invernadero en la solución La Molina. (Trabajo de titulación). Universidad de Cuenca.
- Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M., & Quezada Mosquera, A. J. (2020). Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas. Revista Universidad y Sociedad, 12(5), 389-398. _



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

EFECTOS DE DOS ENMIENDAS EDÁFICAS SOBRE PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO (MUSA X PARADISIACA L.)

EFFECTS OF TWO SOIL AMENDMENTS ON AGRONO-MIC PARAMETERS OF BANANA PRODUCTION (MUSA X PARADISIACA L.)

Jhonny César Niola Sornoza¹

E-mail: jniola est@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9817-4257

José Nicasio Quevedo Guerrero¹ E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8974-5628

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: rmgarcia@utmachala.edu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

Mercedes J. Noles León¹

E-mail: mnoles est@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1726-3328

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Niola Sornoza, J. C., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M., & Noles León, M. J. (2021). Efectos de dos enmiendas edáficas sobre parámetros agronómicos de producción en banano (Musa X paradisiaca I.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 104-118.

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el área experimental de la granja Santa Inés, de la Universidad Técnica de Machala, Se seleccionaron 24 plantas de banano del Clon Williams, subgrupo Cavendish, la superficie experimental del estudio fue 300 m^2, donde se establecieron tres bloques, cada bloque fue ocupado por un tratamiento elegido al azar, cada tratamiento contó con ocho unidades experimentales con tres replicas por tratamiento; el trabajo se realizó con diez aplicaciones mensuales de enmiendas edáficas en la banda de abonado, entre ellos el T1: aplicación de 20 q powercalciovit35% + 30 g KNO3, T2: 50 g biocarbón + 30 g KNO3 y T3: 30 g KNO3. Las variables evaluadas fueron: altura de plantas, emisión foliar, peso de racimo, peso de raquis, ratio procesado, peso de la mano sol, número de manos, número de dedos en mano del sol, calibración mano del sol, calibración última mano, número de hojas a la cosecha, edad racimos y retorno. Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor en el software IBM SPSS STATICS 22.

Palabras clave:

Fertilización edáfica, biocarbón, nutrientes.

ABSTRACT

The research was developed in the experimental area of the Santa Inés farm of the Technical University of Machala, 24 banana plants of Clone Williams, Cavendish subgroup were selected, the experimental area of the study was 300 m^2, where three blocks were established, each block was occupied by a treatment chosen at random, each treatment had eight experimental units with three replicates per treatment; the work was carried out with ten monthly applications of soil amendments in the fertilizer band, including T1: application of 20 g powercalciovit35% + 30 g KNO3, T2: 50 g biochar + 30 g KNO3 and T3: 30 g KNO3. The variables evaluated were: plant height, leaf emission, bunch weight, rachis weight, processed ratio, sun hand weight, number of hands, number of fingers in sun hand, sun hand calibration, last hand calibration, number of leaves at harvest, bunch age and return. With the data obtained, a one-factor analysis of variance (ANOVA) was performed with IBM SPSS STATICS 22 software.

Keywords:

Soil fertilization, biochar, nutrients.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano tiene gran importancia económica para el sector agrícola y es considerado un alimento de primera necesidad en los países tropicales. En los últimos cinco años el cultivo de banano a nivel mundial ha tenido una producción promedio de 113.794,259 TM en 5.193,293 hectáreas, donde el principal país productor es India con el 36,52% de la producción mundial siguiendo en orden de importancia China (13,53%), Indonesia (9,29%), Brasil (8,17%) y en quinto lugar se ubica Ecuador (8,05%). (FAOSTAT, 2019).

Ecuador es considerado por excelencia un país agrícola debido a la diversidad climática que presenta, favoreciendo el desarrollo de los cultivos, la mayor parte de la superficie de cultivo de banano está distribuida en el litoral ecuatoriano. El Banano ecuatoriano es producido en la zona costera (El Oro, Guayas, Los Ríos, Esmeraldas) y en los valles cálidos de la sierra (Cañar y Loja) que se han especializado en la producción y exportación de banano (Zapata, 2015).

La calidad de la fruta se ve afectada por daños físicos en el manejo y el ataque de plagas y enfermedades, esto minimiza el valor comercial y disminuye el volumen de exportación ocasionando un menor ingreso económico a los hogares de los productores afectando su economía familiar y nacional.

La fertilización juega un papel muy importante en la productividad del banano y su aplicación es directamente al suelo teniendo como desventaja, la pérdida de nutrientes y minerales por lixiviación y por la volatilización, además de ocasionar degradación del suelo, por lo antes expuesto surge la presente investigación que está encaminada en buscar una alternativa amigable con el medio ambiente, mediante del uso de enmiendas orgánicas que mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo mejorando el aprovechamiento y efectividad de los fertilizantes aplicados para obtener una mayor producción de banano que se mide bajo el ratio de conversión entre caja procesada y planta cosechada. El objetivo del estudio fue evaluar los efectos de la aplicación de dos enmiendas al suelo (PowerCalcioVit35% y biocarbón) en el manejo integrado del cultivo de banano.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el área sembrada de plantilla de banano, ubicada en la granja Santa Inés perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH, Parroquia El Cambio, Provincia del Oro – Ecuador (Figura 1).

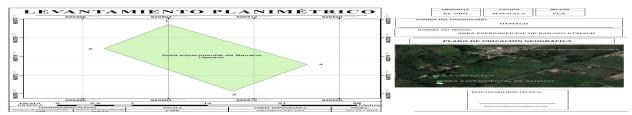


Figura 1. Mapa de Ubicación del área experimental.

El área de estudio se encuentra en ubicado en las siguientes coordenadas UTM: 6205001.18 meridiano Este y 9635721.37 meridiano Sur; Datum: WGS 84 (World Geodetic System 1984); Zona: 17 Sur; Altitud: 6 msnm. De acuerdo a la zona natural de Holdridge y la cartografía ecológica del Ecuador, presenta una temperatura de 25°C, precipitación anual de 500 mm, es un clima seco – tropical y con 2 a 3 horas diarias de Heliofanía.

Material genético, Para la investigación se seleccionaron 24 plantas de banano del Clon Williams, subgrupo Cavendish, el trabajo se lo realizó con la aplicación de enmiendas edáficas en la banda de abonado, se registraron datos de desarrollo y producción de los hijos de sucesión de cada unidad experimental.

Variables evaluadas: Altura de plantas (Al), Emisión Foliar (EF), Peso de racimo (PR), Peso de raquis (PRQ), Ratio Procesado (RP), Peso de la Mano Sol (PMS), Numero de Manos (NM), Numero de Dedos en mano del sol (ND), Calibración mano del sol (CMS), Medición de mano del sol (MMS), Calibración última mano (CUM), Medición última mano (MUM), Número de Hojas a la cosecha (NH), Edad Racimos (ER), Retorno (RET)

Tratamientos, La superficie experimental de estudio fue 300, donde se establecieron tres bloques, cada bloque fue ocupado por un tratamiento elegido al azar, cada tratamiento contó con ocho unidades experimentales (tabla 1). El trabajo de campo se efectuó desde el 1 de noviembre de 2019 hasta el 30 de diciembre de 2020 en las parcelas de experimentación de banano ubicadas en la Granja Experimental "Santa Inés" de la FCA-UTMACH.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos planteados.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	T1R1, T1R2, T1R3, T1R4, T1R5, T1R6, T1R7, T1R8	20 g de Calcio Vit 35% + 30g de nitrato de potasio
T2	T2R1, T2R2, T2R3, T2R4, T2R5, T2R6, T2R7, T2R8	50 g Biocarbón + 30 g nitrato de potasio
T3	T3R1, T3R2, T3R3, T3R4, T3R5, T3R6, T3R7, T3R8	Testigo solo 30 g de nitrato de potasio.

Los tratamientos se distribuyeron en el campo según un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones.

Análisis de suelo, la toma de muestra se realizó con un barreno tubular a una profundidad de 10 cm, se procedió a tomar 2 submuestras por planta en la banda de abonamiento a una distancia de 20 cm del pseudotallo frente al hijo, cada submuestra se colocó en un balde para luego mezclar y obtener una muestra homogénea de 1 kg que fue colocada en una funda plástica con su respectiva etiqueta, para enviar al laboratorio.

Preparación de los tratamientos, se procedió a preparar los tratamientos en función de los resultados del análisis de suelo.

Tratamiento # 1 Se procedió a pesar 400 g de PowerCalcio Vit 35%, por ser una pasta, para la aplicación se diluyo con agua limpia para completar una solución de 2000 ml. Se colocó en una bomba de mochila y los 30 g de nitrato de potasio se los reservo para aplicar después de 15 días.

Tratamiento # 2 Se pesó a pesar 50 g de biocarbón + 30 g de nitrato de potasio, se los mesclar y colocar en unas fundas para cada planta.

Tratamiento # 3 Se pesó solo los 30 g de nitrato de potasio para cada planta, es el testigo.

Aplicación de los tratamientos, Los tratamientos se aplicaron cada mes, con la consideración que la banda de abonamiento estaba libre de arvenses y con el suelo en capacidad de campo, en el primer tratamiento se aplicó el PowerCalcio con bomba de mochila aplicando 100 ml para cada planta de la solución, separado del nitrato de potasio con un lapso de 15 días. El segundo tratamiento se aplicó alrededor de la planta, esparciéndolo en la banda de abonamiento (figuras 2 y 3). Al testigo solo se aplicó nitrato de potasio una vez al mes.



Figura 2. Aplicación de PowerCalcio Vit 35%.





Figura 3. Aplicación biocarbón tratamiento 2.

Labores culturales

Deshije, Consistió en la eliminación de hijos mal posicionados, por lo que se dejó el hijo más robusto y en mejor perspectiva para mantener una población apropiada con distancias uniformes entre plantas y evitar la competencia por la luz.

Deschante, Se sacó la parte de la vaina seca que se desprendía con facilidad, evitando ocasionar daños a la estructura del pseudotallo, lo que permitiría la entrada de bacterias como también otros patógenos infecciosos.

Enfunde, Esta práctica consistió en proteger la fruta desde el brote de la inflorescencia hasta la cosecha con una funda plástica con pequeñas perforaciones para crear un microclima con el fin de favorecer la apariencia, color, grado y longitud de la fruta, alcanzando un corte de racimo en menor tiempo.

Encintado, Esta labor se realiza al momento del enfunde, amarrando el tallo del racimo en la parte superior con una cinta plástica de color, la cual nos indica la edad del racimo, con esta partica se puede tener un estimado

de plantas a cosechar. Para realizar la identificación de la fruta se utilizan cintas de ocho colores diferentes, lo cual cada color representa una semana en calendario y prevenir confusiones al momento de la cosecha.

Desflore, Se realizó esta práctica cuando los dedos y las flores del racimo se ubican paralelo al suelo y su coloración es de blanco a café, permitiendo que el látex no se impregne en la fruta y así ocasionar daños estéticos en la fruta, además el desflore a tiempo evita el desgarre de la fruta y la propagación de enfermedades transmitidas por insectos, bacterias u hongos.

Desmane, Esta labor se la realizó con el objetivo de obtener un racimo más uniforme y que alcance su grado óptimo en menor tiempo, se eliminó la mano falsa más tres: donde se descartó las últimas cuatro manos. Al realizar el desmane se procedió a dejar un dedo en la mano falsa, con el fin de cicatrizar rápido y evitar la pudrición del raquis del racimo.

Destore, Esta práctica se la realizó para mejorar el llenado de los frutos y obtener una mejor estética del racimo, se la realiza de forma manual el quiebre la bellota por debajo de dedo testigo del desmane, pero tener en cuenta el contagio de enfermedades ocasionadas por bacterias u hongos.

Cosecha, Una vez que los racimos han alcanzado la edad adecuada, determinados por el color de la cinta y la semana de corte, fueron pre-calibrados el día anterior a la cosecha, obteniendo los datos de numero de hojas a la cosecha, edad del racimo, para luego realizar el corte del racimo con podón y ubicándolo en la "cuna" para ser transportado hasta la empacadora, donde allí se midieron variables como el peso del racimo, peso de raquis, calibración de manos, longitud de manos, número de manos, número de dedos de la mano del sol.

Postcosecha, Este proceso inicia cuando los racimos han sido cosechados y transportados a la empacadora, donde se procede con la revisión de calidad de la fruta, color de la fruta, registro de daños y estropeos, desmanado y pasa al proceso de empacado, previo a un control de calidad y de las especificaciones de la marca y destino de la fruta.

Variables evaluadas, Altura de planta, Se utilizó un flexómetro tomando la medida desde la base del pseudotallo hasta la bifurcación de las dos primeras hojas.

Emisión foliar, Se efectuó el registro de esta variable de manera periódica cada semana (Figura 4)., observando el estado de la hoja cigarro considerando los estados de desarrollo descritos por Brun

Peso del racimo, Luego que el racimo cumplió las semanas de edad fisiológica para ser cosechado. Se procedió a cortar y transportar hasta la empacadora, donde se tomó el dato del peso del racimo cosechado. (Figura 5).

Peso del raquis, Luego de haber pasado el proceso de desflore y lavado, se pasó a realizar el desmane del racimo tomando el raquis para ser pesado, en la empacadora con una balanza digital. (Figura 6).

Ratio, Esta variable se calculó en base al peso neto de la fruta dividido para el peso de la caja procesadas.

Peso de mano del sol, Al momento de la cosecha se desmanó y se pesó la mano de sol. (Figura 7).



Figuras 4, 5, 6, y 7, Toma de datos de emisión foliar, Peso del racimo, Peso del raquis, Peso de la mano del sol. Número de manos, Se realizó el conteo del número de manos de cada racimo de las plantas evaluadas de la investigación (Figura 8).

Número de dedos, Se efectuó el conteo del número de dedos de cada mano del racimo de las plantas evaluadas de la investigación (Figura 9).

Grado de la mano del sol y última mano, Esta variable se tomó la mano del sol y última mano en el dedo medio con ayuda de un calibrador previo a la cosecha (Figura 10).

Número de Hojas a la cosecha, Se procedió al conteo de las hojas en 24 plantas seleccionadas al momento de la cosecha (Figura 11).



Figuras 8 Número de manos. 9. Número de dedos. 10. Calibración del racimo. 11. Número de hojas a la cosecha.

Edad del racimo, En la misma planta seleccionada se procedió a registrar la edad del racimo mediante el color de la cinta.

Proceso estadístico, En el proceso estadístico de datos se utilizó el programa SPSS versión 22 (α=0,05) para establecer las diferencias significativas entre tres tratamientos de enmiendas edáficas en el cultivo de banano, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor en cada una de las variables y se utilizaron gráficos de media de línea y diagrama de cajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación están en base a los tres tratamientos en una plantación de banano orgánico.

Altura de planta, En la variable altura de las medias mensuales de los tratamientos tenemos como resultado (Figura 12) que en el mes de enero del 2020 la mayor altura fue pare el tratamiento T2 biocarbón + KNO3 con 38 cm, seguido por el T1 Powercalcio vit35% + KNO3 con 27.75 cm y con la menor media de crecimiento está el T3 testigo KNO3 con 22.62 cm, en el mes de mayo del mismo año, la altura de las plantas tanto para el T1 y T2 son de 11.87 cm de crecimiento promedio, mientras que el menor valor en altura es para el T3 con 4.5 cm. En el resultado global de la variable altura de planta, el mayor promedio fue para el T2 con 21.08 cm de promedio mensual, seguido del T1 con 18.31 cm y con el menor crecimiento el T3 con 15.17 cm, se concuerda con los datos obtenidos en el trabajo de Pérez, et al. (2013), las plantas de los tratamientos con biocarbón presentaron alturas mayores y una tendencia a un mayor diámetro de pseudotallo.

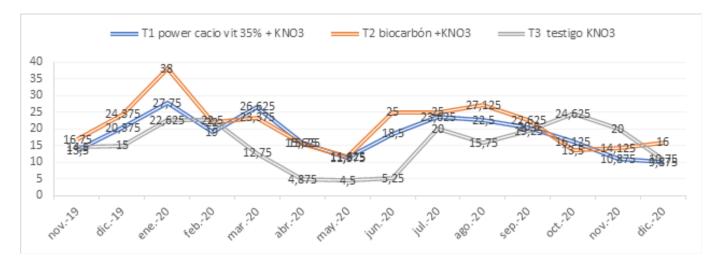


Figura 12. Comportamiento de la variable Altura de planta.

Emisión foliar, En la variable emisión foliar las medias mensuales de los tratamientos tenemos como resultado (figura 13) que en el mes de julio y septiembre del 2020 la mayor emisión de hojas fue para el T2 con 3.6 hojas, seguido por el T1 con 3.4 hojas y con la menor emisión foliar el T3 con 3 hojas. En el resultado global de la variable emisión foliar, el mayor promedio fue para el T2 con 2.87 hojas, seguido del T1 con 2.83 hojas y con la menor el T3 con 2.61 hojas.

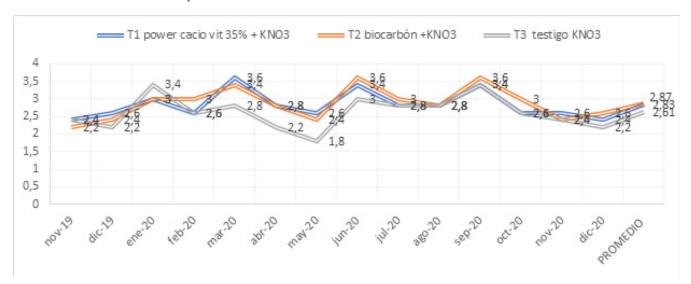


Figura 13. Emisión foliar

Retorno, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al retorno de los tratamientos, muestra un p-valor de 0.026, el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, si existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2. ANOVA de un factor intergrupos para la variable Retorno

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5815.083	2	2907.542	4.361	.026
Dentro de grupos	14000.875	21	666.708		
Total	19815.958	23			

En la variable retorno, se observa que, si existe diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, se determina que la media de la altura más alta es el T2 el cual presenta menor variabilidad de datos y una asimetría positiva, el cual presentó una media de 107.38 cm, seguido por T1 con una simetría de datos, mayor de dispersión, altura media de 88.75 cm, la menor altura de retorno es el T3 testigo con 69.25 cm, (Figura 14), lo que se puede decir que la altura del retorno si se vio influenciado por los tratamientos.

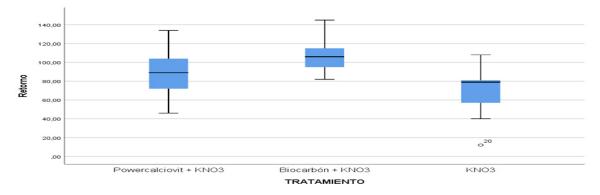


Figura 14. Diagrama de cajas y bigotes para la variable retorno.

En estudio realizado por Quevedo, et al. (2019), se indica que uno de los principales datos para monitoreo es el incrementar la altura del retorno lo cual llega a establecer la productividad por unidad de producción, entre

mayor sea la medida del retorno en menor tiempo la planta producirá un racimo, dependiendo de labores como desbunching y la fertilización del suelo, por lo cual se concuerda que a mejor plan de nutrición la altura del retorno es mayor.

Peso del racimo, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado en la variable peso del racimo de los tratamientos, muestra un p-valor de 0.064, el cuál es mayor a 0,05; que demuestra que no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 3).

Tabla 3. ANOVA de un factor para la variable Peso de racimo.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1791.731	2	895.865	3.151	.064
Dentro de grupos	5971.203	21	284.343		
Total	7762.933	23			

En la variable peso del racimo, se observa que no existe diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, pero se determina que el peso es mayor en el T1 el cual presentó un peso de 45.81 lbs, seguido del T2 con un peso de 38.86 lbs, el menor peso fue el T3 con 25.03 lbs (Figura 15), lo que nos indica que el peso del racimo sí estuvo influenciado por los tratamientos. Tenesaca, et al. (2020), reportan que en la utilización de biocarbón como enmienda edáfica, este aporta considerablemente en el desarrollo del racimo y otros aspectos favorables, lo que aporta resultado similar en el resultado obtenido.

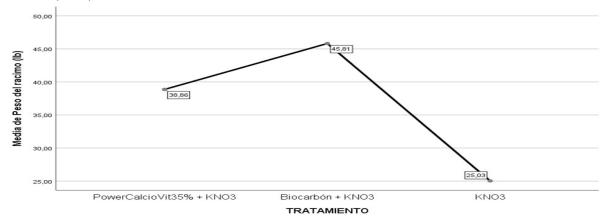


Figura 15. Media de Peso del racimo (lbs) entre los tres tratamientos.

Peso de raquis, Se realizó análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la variable peso del raquis, la cual dio como resultado un p-valor de 0.051, el cuál es mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 4).

Tabla 4. ANOVA de un factor para la variable Peso de raquis.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20.631	2	10.315	3.430	.051
Dentro de grupos	63.149	21	3.007		
Total	83.780	23			

En la figura 16 podemos evidenciar que no hay mayor deferencia entre las medias del tratamiento T1 con 5.08 lbs y T2 con 4.93 lbs, mientras que T3 se observa un nivel bajo en el peso del raquis con 3.04 lbs.

Según Vargas & Valle (2011), la relación tallo y racimo es directa en cualquier condición, coincidiendo con los resultados obtenidos en la investigación, donde el peso del tallo en los tratamientos fue directamente proporcional al peso del racimo en los mismos.

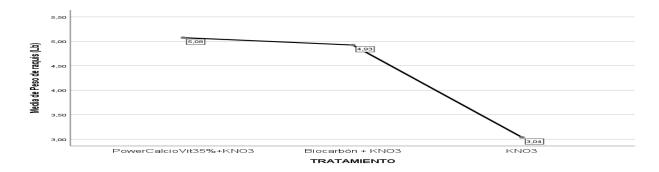


Figura 16. Media de peso del raquis (lbs) entre los tres tratamientos.

Ratio Procesado, En la prueba de comparaciones múltiples en la tabla 5 entre los tratamientos T1 y T2 no hay diferencia significativa, entre el T1 y T3 tampoco hay diferencia significativa y la diferencia significativa de 0.50 entre T2 y T3.

Tabla 5. Prueba de Tukey para variable Ratio procesado.

		Diferencias de Medias	Sig.
PowerCalcioVit35%+KNO3	BiocharNK	17500	.597
Fower Calciovitos %+NNOs	NK	.27500	.293
Biocarbón + KNO3	PowerCaNitraK	.17500	.597
	NK	.45000*	.050
KNO3	PowerCaNitraK	27500	.293
	BiocharNK	45000*	.050

Como se puede apreciar en la Figura 17, se presentan diferencias estadísticas, el tratamiento T2 que tiene una media de ratio de 0.95, seguido por el T1 con 0.77 y el menor valor de ratio es T3 con 0.50, se concuerda con los datos obtenidos por Azuero & Quevedo (2020), donde la aplicación de biocarbón aumento la productividad considerando el valor de ratio que es la conversión de racimos/cajas.

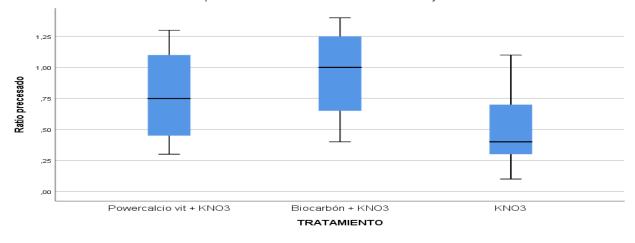


Figura 17. Diagrama de cajas y bigotes para la variable ratio procesado.

Peso de mano del sol, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al peso de mano del sol, muestra un p-valor de 0.172 siendo mayor a 0,05; por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de cada tratamiento (Tabla 6).

Tabla 6. ANOVA de un factor para la variable Peso de mano del sol.

Factor de variación	Suma de cuadrados		gl Media cuadrátio	ca F	Sig.
Entre grupos	61.986	2	30.993	1.918	.172
Dentro de grupos	339.404	21	16.162		
Total	401.390	23			

La media de peso de mano del sol se observa en la Figura 18, donde el T1 tiene el mayor peso con una media de 9,49 lbs, sin embargo, estadísticamente no existe diferencias significativas, aunque se puede evidenciar que el T3 tiene un menor peso con una media de 6 lbs y con una diferencia de 3 lbs entre ambos tratamientos, por su parte el T2 con 9,39 lbs, valor muy similar al T1, por lo tanto, al incorporar T1 y T2 al suelo, se incrementa el peso de la mano del sol.

La mano del sol es la que representa la mayor calidad e influye directamente en el peso, en los trabajos realizados de sacar las manos inferiores, limpieza del racimo, desflore, buena nutrición de la planta se logra un mejor peso y dedos más largos, se coincide que una aplicación de enmiendas ayuda considerablemente en el peso de la fruta.

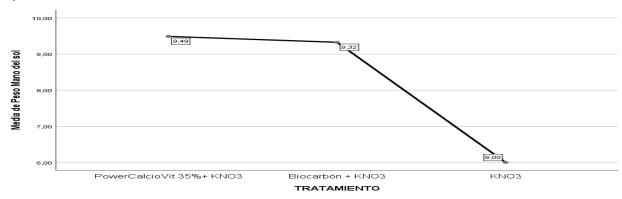


Figura 18. Media de Peso mano del sol.

Número de manos, El análisis de varianza realizado al número de manos, muestra un p-valor de 0.014 siendo menor a 0,05; por lo tanto, si existe diferencias significativas entre las medias de cada tratamiento (Tabla 7).

Tabla 7. ANOVA de un factor para la variable Número de manos.

Factor de variación	Suma de cuadrados	6	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18.083	2		9.042	5.311	.014
Dentro de grupos	35.750	21		1.702		
Total	53.833	23				

Los resultados obtenidos se observa en la Figura 19 que con la aplicación T2 se obtiene el mayor número de manos con 6,38 y datos de menor variabilidad, de otra parte el T1 tiene un valor similar con 6 manos y los datos son simétricos con un mayor rango de dispersión, sin embargo en el T3 se observa 4,38 manos con una asimetría negativa, valor muy bajo teniendo en cuenta que el T1 y T2 tienen aproximadamente 2 manos más que el testigo, se obtiene como resultado que con la aplicación de estos tratamientos no solo hay mayor número de manos sino que se la influencia en variables anteriores.

Según Julca, et al. (2020), las enmiendas orgánicas son una alternativa eficiente en el aumento de la producción en los cultivos de banano orgánico, disminuyendo la cantidad de fertilizantes, por este motivo coincidimos que con las aplicaciones de biocarbón aumenta la producción, expresada en mayor número de manos, peso de las manos y numero de dedos.

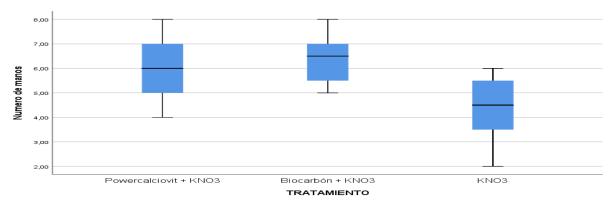


Figura 19. Diagrama de cajas y bigotes para la variable número de manos.

Número de dedos, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor realizado al número dedos, muestra un p-valor de 0,014; por lo tanto, si existe diferencia significativa (Tabla 8).

Tabla 8. ANOVA de un factor para la variable Número de dedos.

Factor de variación	Suma de cuadrados		gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	289.333	2		144.667	5.307	.014
Dentro de grupos	572.500	21		27.262		
Total	861.833	23				

En la figura 20 se observa la media para número dedos, donde efectivamente el T2 obtuvo el mayor número de dedos con 22,25; por su parte el T1 con 20,75 dedos, sin embargo, el T3 por debajo de ambos tratamientos antes mencionados con 14.25 dedos, valor relativamente bajo en relación a los demás tratamientos, con una diferencia de hasta 8 dedos, resultando el T2 el mejor en esta variable donde incremento significativamente la aparición y desarrollo de los dedos.

En la investigación de Julca, et al. (2020), las enmiendas orgánicas son una alternativa eficiente en el aumento de la producción en los cultivos de banano orgánico, disminuyendo la cantidad de fertilizantes químicos aplicados, coincidiendo con lo expresado, que con aplicaciones de biocarbón aumenta la producción, reflejada en mayor número de manos, peso de las manos y numero de dedos.

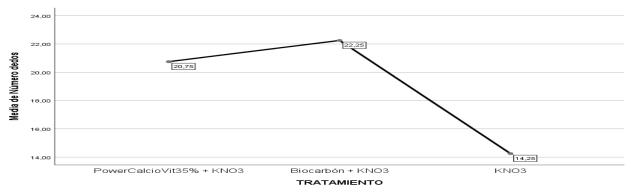


Figura 20. Media de Número de dedos.

Calibración de la mano del sol, La calibración de la mano del sol en el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, muestra un p-valor de 0,649 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar que no existe diferencias significativas al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 9).

Tabla 9. ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6.333	2	3.167	.441	.649
Dentro de grupos	150.625	21	7.173		
Total	156.958	23			

Existe diferencia en el número de manos y dedos al ser aplicados los tratamientos en estudio, sin embargo, en la calibración no existe diferencias en el llenado del fruto, el T1 con 43,38, T2 con 44,13 y T3 con 44,63 teniendo una diferencia de 1.25 (Figura 21), lo que demuestra que al aplicarse KNO3 la calibración es mayor debido a que la planta absorbe mejor el Potasio y al ser combinado con otros fertilizantes no produce el mismo efecto.

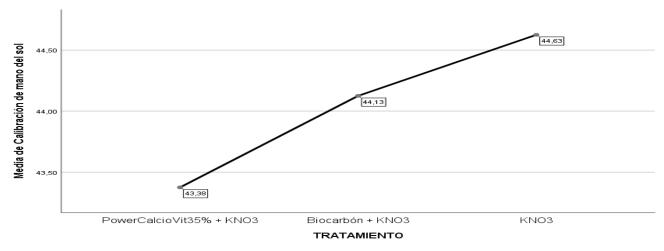


Figura 21. Media de calibración de la mano del sol.

Calibración de la última mano, La calibración de la última mano en el análisis de varianza (ANOVA) de un factor, muestra un p-valor de 0,244 el cuál es menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar que no existe diferencias significativas entre grupos al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 10).

Tabla 10. ANOVA de un factor intergrupos para la variable Calibración de la mano del sol.

Factor de variación	Suma de cuadrados		gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20.583	2		10.292	1.507	.244
Dentro de grupos	143.375	21		6.827		
Total	163.958	23				

En la Figura 22 se observa la calibración de la última mano, resultando el T3 con 42.75 valor superior a los demás tratamientos teniendo en cuenta que en la variable anterior (calibración de mano del sol) se obtuvo el valor más alto al ser aplicado el mismo tratamiento, el valor más bajo lo aporto el T1 con 40,63 seguido del T2 con 41, lo que nos demuestra que al aplicarse solo KNO3 la calibración resulta mayor debido a que la planta absorbe mejor el Potasio y al ser combinado con otros fertilizantes no produce el mismo efecto.

Vargas & Valle (2011), determinan que el valor de la calibración de la última mano del racimo tiene el grado de exigencia mínima de empaque, que está relacionado con la edad de la fruta al momento del corte. Coincidiendo que depende de la nutrición y de algunas otras labores de campo para alcanzar el grado de corte en el menor tiempo.

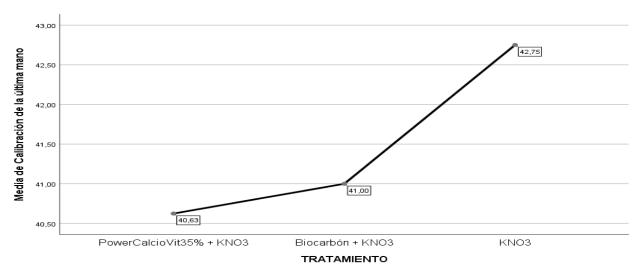


Figura 22. Media de calibración de la última mano.

Número de hojas a la cosecha, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor para el número de hoja a la cosecha, muestra un p-valor de 0,020 siendo menor a 0,05; por lo tanto, existe evidencia suficiente para aceptar diferencias significativas entre grupos al ser aplicados los tres tratamientos (Tabla 11).

Tabla 11. ANOVA de un factor intergrupos para la variable Número de hojas a la cosecha.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3.000	2	1.500	4.755	.020
Dentro de grupos	6.625	21	.315		
Total	9.625	23			

El número de hojas a la cosecha se ve afectado por los tratamientos, si existen diferencias entre los tres tratamientos al ser aplicados, el T2 con 3,88 hojas superando a los otros tratamientos, por su parte el T3 y T1 muestran un menor valor, con 3,13 hojas, por lo tanto, la aplicación de biocarbón y nitrato de potasio a las plantas de banano afectaron favorablemente para llegar a la cosecha con el mayor número de hojas (Figura 23).

Según Nava & Vera (2004), las condiciones del cultivo de banano se ven afectada directamente el número de hojas a la cosecha por la presencia del hongo *Mycosphaerella fijiensis*, causal de la Sigatoka negra que aumenta el deterioro de las hojas.

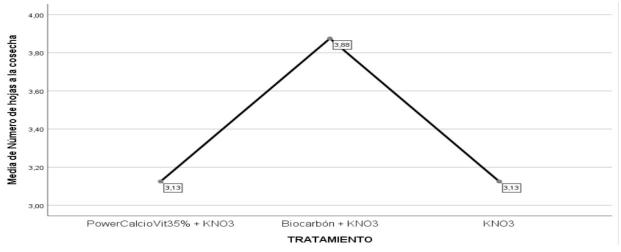


Figura 23. Media de número de hojas a la cosecha.

Edad del racimo al corte, El análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la variable edad del racimo al corte, muestra un p-valor de 0,870 siendo menor a 0,05; por lo tanto, se evidencia suficiente que no existen diferencias significativas entre grupos (Tabla 12).

Tabla 12. ANOVA de un factor intergrupos para la variable Edad del racimo al corte.

Factor de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrát	ica F	Sig.
Entre grupos	.333	2	.167	.140	.870
Dentro de grupos	25.000	21	1.190		
Total	25.333	23			

El T1 y T2 son iguales con 12.75 semanas, sin embargo, no existe diferencias significativas, aunque se puede evidenciar que el T3 tiene un menor valor de 12.50 semanas al corte (Figura 24).

Estudios de González, et al. (2019), se plantea que la edad del racimo depende del color de la cinta colocada al momento del enfunde, con la cual previo a la cosecha se calibra la última mano, que indica que la fruta posee el grado requerido para la cosecha y empaque.

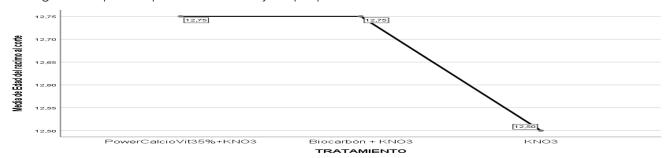


Figura 24. Media de edad del racimo al corte.

Comparación de parámetros básicos del suelo en el año 2019 y 2020

El primer análisis de suelo se realizó en el año 2019 antes de iniciar la aplicación de los tratamientos, comparándolos con el segundo, con un año de diferencia.

La Figura 25, medición del valor del pH en el T1 y T2, partiendo de un valor de 7.3 que se considera como neutro en ambos casos, el valor final al tomar la muestra nos dio como resultado que con el T2 disminuyo a 6.3 que se considera como ligeramente acido, mientras que en el T1 también disminuyo a 6.6 el pH con una diferencia de 0.7 puntos sigue dentro del rango de neutro (Tabla 13).

Observamos en la Figura 25 los valores de la conductividad eléctrica, en el tratamiento T1 al inicio con un valor de 3.18 mmhos/cm que tiene excesos de sales según Tabla 14, al final del trabajo tiene un valor de 3.60 mmhos/cm que significa que continua en el rango de exceso, mientras en el T2 al inicio del trabajo con un valor de 2.57 mmhos/cm que corresponde valor alto, y al final de trabajo continua alto con un valor de 2.99 mmhos/cm, con lo cual en los dos casos tenemos sales.

En el presente estudio uno de los parámetros más importantes es la materia orgánica presente en las muestras, en la Figura 25 observamos que en el T1 al inicio de la investigación tiene un % de 2.44 que se considera como medio (Tabla 15), y al finalizar la misma con una 2.16% que entra en el rango medio en materia orgánica, de igual manera el T2 comienza con 2.51% y termina con un 2.45% que se considera como medio en materia orgánica.

Tabla 13. Rangos para interpretación de resultados de pH.

рН	Categoría	Interpretación
-5,0	Extremadamente acido	Severa toxicidad por Al y quizás por Mn, alta probalidad de deficiencia de P,S, Mo y bases intercambiables, se esperan altos niveles de algunos micronutrientes, Muchos cultivos requieren encalamiento.
5,0-5,5	Fuertemente acido	Toxicidad moderada por Al y Mn, deficiencia de P,S, Mo y bases, altos niveles de algunos micronutrientes, Muchos cultivos requieren encalamiento.

5,5-6,0	Moderadamente acido	No se espera toxicidad por Al, mayor disponibilidad de P, S, Mo y bases, Algunos cultivos susceptibles a la acidez del suelo, requieren encalamiento.
6,0-6,5	Ligeramente acido	Adecuada condición para la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
6,5-7,3	Neutro	Altos niveles de Ca, Mg, Algunos cultivos pueden mostrar deficiencias de micronutrientes. La disponibilidad de P puede ser baja.
7,4-8,0	Alcalino	Baja disponibilidad de P y micronutrientes, Altos niveles de Ca, Mg, el Na puede ser un problema
+8,0	Muy alcalino	Severas limitaciones en la disponibilidad de algunos nutrientes, el nivel de Na puede ser toxico.

Tabla 14. Tabla para interpretación de resultados de C.E.

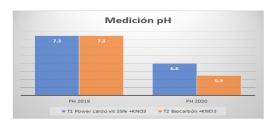
A -0,4 dS/m Agua muy baja en sales, excelente calidad
B 0,4-0,8 dS/m Agua baja en sales, buena calidad
C 0,8-1,2 dS/m Agua moderadamente salina, aun de razonable calidad
D 1,2-2,2 dS/m Agua salina, calidad cuestionable, dependiendo del tipo de sales
E 2,2-3,0 dS/m Agua muy salina, su uso depende del tipo de sales que tiene.
F 3,0-4,0 dS/m Agua altamente salina, podría usarse cultivos muy tolerantes, dependiendo del cultivo, tipo de sales y del sistema de riego.

Tabla 15. Tabla para interpretación de resultados de materia orgánica.

Materia orgánica oxidable (%)	Interpretación
-1	Muy baja
1-2	Baja
2-3	Media
3-4	Alta
+ 4	Muy alta

Por otra parte, como último resultado en la Figura 25 tenemos la capacidad de intercambio catiónico efectivo, comenzando con el T1 que dé inicio tiene un valor de 25.02 meq/100ml que se considera alto, y al final del trabajo tiene un valor de 29.33 meq/100 que se considera alto, en el T2 inicia con un valor de 25.88 meq/100 que es alto y al final da un valor de 28.30 meq/100 que se considera alto.

Según Laird, et al. (2010), la aplicación de biocarbón en el suelo puede aumentar hasta en un 20% la capacidad de intercambio catiónico y el cambio de hasta 1 unidad en el valor del pH, se concuerda con el aumento de la CIC con un 9% de aumento y también con el cambio de una unidad en el pH. También en el trabajo realizado por Cha, et al. (2016), se ha observado un aumento en la conductividad eléctrica, se concuerda con él.







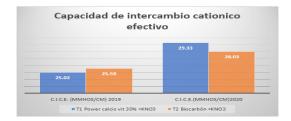


Figura 25. Comparación de parámetros básicos del suelo.

CONCLUSIONES

Con un manejo adecuado del cultivo y la aplicación de biocarbón como enmienda edáfica, se logra una mejor respuesta en la nutrición, logrando un crecimiento más rápido y dejando un retorno de mayor altura, mejorando la calidad fitosanitaria de las plantas de banano mejorando la tolerancia al ataque la Sigatoka negra y demás plagas. Se logró cosechar fruta con calidad exportable sin aplicar controles químicos al follaje.

Se determinó el efecto positivo de la aplicación de PowerCalcioVit35% y Biocarbón en los parámetros agronómicos de producción en banano, con el promedio de todas las variables medidas como peso del racimo, numero de manos y ratio, fue superior el T2 (biocarbón + KNO3), logrando un manejo sustentable y amigable con la plantación.

Se comparó el efecto de la aplicación de PowerCalcioVit35% frente a la del biocarbón en parámetros básicos del suelo, la diferencia que se hace notoria la muestran los parámetros edáficos influenciados satisfactoriamente con la aplicación del biocarbón, se mantuvo el nivel de materia orgánica que es uno de los más representativos para la nutrición de los suelos y disponibilidad de los nutrientes para la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azuero, B., & Quevedo, J. (2020). Efectosdel biocarbón y microorganismos en la producción y estado fitosanitario del banano Orgánico el la parroquia "La Victoria". *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 110-120.
- Cha, J., Park, S., Jung, S., Ryu, C., Jeon, J., Shin, M., & Park, Y. (2016). Production and utilization of biochar: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 40, 1-15.
- González, M., Escalona, M., Hernández, M., Figueroa, O., & Caamal, I. (2019). Manejo postcosecha del plátano (Musa x paradisiaca AAA subgroup Cavendish) en tecomán, colina, México. *Agroproductividad*, 12(2), 66-71. f
- Julca, M., León, K., & Anccota, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (Musa spp. L.). *Manglar*, 17(4), 301-306.
- Laird, D., Fleming, P., Davis, D., Horton, R., Wang, B., & Karlen, D. (2010). Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoder-ma*, 158, 443-449.
- Nava, C., & Vera, J. (2004). Relación del némero de hojas a floración y hojas perdidas en el ciclo reprductivo con el peso del racimo en plantas de platano en presencia de Sigatoka negra. *Revista de la facultad de Agronomía*, 21(4), 336-343.

- Pérez, R., Tapia, A., Soto, G., & Benjamin, T. (2013). Efecto del Bio-carbón sobre Fusarium oxysporum f. sp. cubense y el desarrollo de plantas de banano (Musa AAA). *InterSedes, 14*(27), 60-100.
- Quevedo, J., Delgado, A., Tuz, I., & García, R. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (Musa x paeadisiaca L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista científica agroecosistemas*, 7(2), 190-197.
- Tenesaca, S., Quevedo, J., & García, R. (2020). Determinacion de la dosis óptima de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano(Musa X paradidiaca L.) Clon Williams. *Revista Agrosistemas*, 7(3), 134-141.
- Vargas, A., & Valle, H. (2011). Efectos de dos tipos de funda sobre el fruto de banano (Musa AAA). *Agronomía Mesoamericana*, 22(1), 81-89.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

DIAGNÓSTICO DE LOS PREDIOS AGROPECUARIOS QUE CONFORMAN LA GRANJA PAGUA DE LA UTMACH EN LA PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR

DIAGNOSIS OF THE AGRICULTURAL PROPERTIES THAT MAKE UP THE PAGUA FARM OF THE UTMACH IN THE PROVINCE OF EL ORO, ECUADOR

Cristhian Alexander Moreno Tituana¹

E-mail: cmoreno_est@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0072-7755

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Moreno Tituana, C. A., & García Batista, R.M. (2021). Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja Pagua de la UTMACH en la provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 119-.

RESUMEN

Con el objetivo de realizar el diagnóstico de la situación actual que presenta la "Granja Experimental Pagua", propiedad de tipo rustica, perteneciente a la UTMACH, dedicada a la producción de banano y ganadería, con suelos que se caracterizan por ser de color amarillo, de topografía plana, con buena disponibilidad de recurso hídrico, con acceso directo al predio desde la vía Panamericana, rumbo a Guayaquil, dispone de varias especies vegetativas, el pasto Tanner (Brachiaria arrecta Hack. ex T. Durand & Schinz), Brachiaria (Brachiaria brizantha Hochst. Ex A. Rich) y Chileno (Panicum máximum Jacq.), y como construcción existente una empacadora. Para el estudio, se consideró el tipo de suelo que poseen los predios, determinando sus propiedades físicas y químicas mediante matrices, se determinó la población del pasto mediante un aforo de potreros en los dos sectores del mismo, con un muestreo doble, de igual manera, con la ayuda de un instrumento de madera se realizó el muestreo con el fin de identificar las malezas presentes, se clasificó y evaluó la tierra, mediante la Guía de clasificación y descripción de predios rurales, Los resultados obtenidos demuestran que la Granja, dispone de suelos ideales para los cultivos que se producen en ella, además su actividad productiva en los sectores de los potreros A y B generan 19 400 kg/ha y 25 900 kg/ ha de forraje respectivamente. Las malezas presentes en los potreros muestran un porcentaje de incidencia poco significativo (8%), todos los sectores que integran el predio buena producción, excelentes condiciones agronómicas, topográficas, climatológicas y de explotación, valoradas en \$754.236,00. La ejecución del diagnóstico permitió determinar la situación actual del predio Granja Pagua.

Palabras clave:

Granja experimental, diagnóstico, suelo, valor catastral, construcciones.

ABSTRACT

With the aim of making the diagnosis of the current situation presented by the "Pagua Experimental Farm", rustic type property, belonging to the UTMACH, dedicated to the production of bananas and livestock, with soils that are characterized by being yellow, flat topography, with good availability of water resources, with direct access to the property from the Pan-American Highway, heading to Guayaquil, it has several vegetative species, the Tanner grass (Brachiaria arrecta Hack. ex T. Durand & Schinz), Brachiaria (Brachiaria brizantha Hochst. Ex A. Rich) and Chilean (Panicum max Jacq.), and as an existing construction a baler. For the study, the type of soil that the properties have was considered, determining their physical and chemical properties through matrices, the population of the pasture was determined by means of a capacity of paddocks in the two sectors of the same, with a double sampling, in the same way, with the help of a wooden instrument the sampling was carried out in order to identify the weeds present, the land was classified and evaluated, through the Guide of classification and description of rural properties. The results obtained show that the Farm has ideal soils for the crops that are produced in it. In addition, its productive activity in the sectors of paddocks A and B generate 19 400 kg / ha and 25 900 kg / ha of fodder respectively. The weeds present in the paddocks show a percentage of insignificant incidence (8%), all the sectors that make up the property good production, excellent agronomic, topographical, climatological and exploitation conditions, valued at \$754,236.00. The execution of the diagnosis made it possible to determine the current situation of the Granja Pagua property.

Keywords:

Experimental farm, diagnosis, soil, cadastral value, constructions.

INTRODUCCIÓN

Para la elaboración del diagnóstico de los predios agrícolas se toma en cuenta además del suelo y sus características tanto físicas como químicas, las condiciones agronómicas con las que cuenta y los sistemas de cultivos, determinado las especies vegetativas presentes en el predio y la maleza existente, las especies explotadas en el inmueble verificando sus condiciones y estado, así detectando las circunstancias de la producción, los procedimientos que estos conllevan y las anomalías, con el fin de dar las respectivas soluciones. La determinación de los factores evaluados en los diagnósticos, es de vital importancia, pues esos datos son los requeridos para la posterior valoración catastral de los bienes inmuebles.

Los tipos de predios están clasificados por su ubicación y uso en predios urbanos, ubicados en los centros de las ciudades, predijo suburbano se encuentran generalmente retirados del centro y los predios rústicos, que están alejados de los centros de las ciudades y cumplen son utilizados para la producción y explotación. El valor monetario que se fija a un bien mueble o inmueble se lo denomina avalúo, y es realizado por especialistas profesionales capacitados, debido a que para este proceso se deben considerar una serie de factores internos y externos del bien a valorar.

Para la determinación de la valoración de los distintos predios es fundamental considerar la ubicación, topografía, accesibilidad, servicios básicos disponibles, entre otros aspectos que son estudiados y analizados mediante un diagnóstico, el cual tiene como fin detectar el estado actual del bien a valorar. Las valoraciones realizadas a las propiedades demandan de ciertos criterios a tomar en consideración dependiendo de la clase de predio a valorar, ya que, en el caso de los predios agrícolas o rústicos, destinados a la producción incurre un mayor número de factores, pues estos requieren un tratamiento especial.

La determinación de los factores hallados en los diagnósticos, es de vital importancia, pues esos datos son los requeridos para la posterior valoración catastral de los bienes inmuebles. El presente trabajo tiene como objetivo Realizar el diagnóstico, y análisis y valoración de la situación actual de los predios agropecuarios que conforman la Granja Pagua perteneciente a la Universidad Técnica de Machala.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja Experimental "Pagua" de la Empresa Pública Agropecuaria "AGROPEC UTMACH-EP", que está ubicada en la Zona 7 del Ecuador, provincia de El Oro, cantón El Guabo, parroquia Río Bonito, sitio Pagua. La granja cuenta con una superficie total de 119.72 hectáreas, según el certificado de la información registral del predio, emitido

por el Registro de la Propiedad y Mercantil del Cantón El Guabo, distribuidas en 55.50 hectáreas de potreros, 37.8 hectáreas de sitios sin producción, abandonados o en mejora y 19.75 hectáreas de bananera, tal y como muestra la figura 1.

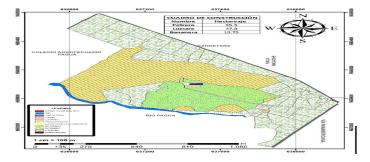


Figura 1. Mapa general de la Granja Pagua.

Caracterización del predio: La zona de estudio se caracteriza por ser un predio rústico, destinado a la actividad económica de producción de banano, pasto y ganadería (Mena, 2016), cuyo predio es catalogado como urbano según lo que consta en el Registro de la propiedad.

La Granja Experimental Pagua explota 113.5 hectáreas del terreno, cuyo propietario y administrador es la Empresa Pública Agropecuaria "AGROPEC UTMACH-EP", de ellas se dedican a la producción de pastos 55.50 ha.

Las características principales a considerar en la elaboración del diagnóstico son las siguientes:

Características del suelo: La granja Pagua cuenta con suelos amarillentos, debido a la presencia de óxidos de hierro, con una textura mixta que van desde franco limoso a una profundidad de 30 cm a franco arenosa a mayor profundidad, la porosidad es muy alta, cuenta con una materia orgánica baja y un pH neutro (Mena, 2016). Topografía: El predio asienta una topografía plana a muy poco ondulada, debido a la acumulación aluvial del Río Pagua (Mena, 2016). Hidrografía: En el lado sur del predio se encuentra ubicado el Río Pagua, mediante el cual abastece de recurso hídrico el lote para la producción respectiva (Moreno, et al., 2017). Clima: El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2018), de Ecuador sostiene que en el lugar al cual pertenece el predio la temperatura varía entre los 22°C a los 27°C y este sobrelleva una humedad relativa desde los 70% al 90%.

El predio cuenta con dos vías de acceso directo, siendo la primera ruta la vía principal denominada Panamericana, que une las ciudades de Machala-Guayaquil y la otra ruta corresponde a un carretero vecinal, el cual conecta la vía principal con pueblos cercanos.

Actividad Productiva, La superficie de terreno está destinada a la producción Agropecuaria, la mismas

que cultiva especies vegetales como árboles, pastos y especies de animales, además una superficie sin explotación productiva.

Especies participantes de importancia económica, Área de potreros, donde los pastos que participan son los siguientes:

Pasto Tanner, de nombre científico (*Brachiaria arrecta* Hack. ex T. Durand & Schinz) este tipo de pasto se caracteriza por presentarse en zonas inundadas o pantanosas, ya que requieren de mucha humedad, su principal uso se da en animales de pastoreo pesado y abastece hasta 4 animales por hectárea, este pasto contiene proteína entre el 8 al 11 %, materia orgánica y nutrientes (Martínez, 2019). La figura 2 muestra el pasto descrito anteriormente.

Pasto Brachiaria, cuyo nombre científico (*Brachiaria briz*antha Hochst. Ex A. Rich) esta planta de tipo herbácea es utilizada generalmente en la producción de ganado por los agricultores, ya que es usada como fuente de alimentación, mediante la cual a la actualidad existe una amplia variedad de tipos de esta planta, clasificándose por su calidad y valor nutritivo que proporciona a los animales (Reátegui, et. al., 2019), la figura 3 muestra el pasto.

Pasto Chileno, (*Panicum máximum* Jacq.) de nombre común en Ecuador y conocido en otros lugares como pasto Saboya (Malavé, 2019), es un tipo de pasto frecuentemente cultivado en el país, cuyas propiedades proteicas para los animales son de aproximadamente 7% y con un alto contenido de fibra del 70 % (Benítez, et al., 2017).

El pasto chileno cuenta con la siguiente clasificación botánica (Vera & Brito, 2018) cuyo aspecto físico del pasto se muestra en la figura 4:



Figura 2. Pasto Tanner.

Figura 3. Pasto Brachiaria.

Figura 4. Pasto Chileno.

Construcciones presentes en el predio: La granja experimental cuenta con infraestructura destinada a favor de la producción, entre las cuales constan la EMPACADORA, esta área está destinada al proceso de selección y empaquetado de banano una vez cosechado, cuenta con un área de construcción de 22 m de ancho por 73 m de largo (figura 5).

La empacadora está constituida por 2 tinas usadas en el proceso de embarque, cuyas dimensiones son de 6 x 10 y 6 x 4 metros (figura 6), debidamente cuidadas y en óptimas condiciones, la estructura es de hormigón armado, cuenta con instalaciones de agua correspondiente para un fácil llenado.



Figura 5. Empacadora.

Figura 6. Tinas de la empacadora.

Los métodos y metodologías utilizados para elaborar el diagnóstico en el predio fueron los siguientes: Determinación del tipo de suelo, Para la determinación del tipo de suelo se empleó lo siguiente:

1-Determinación del color del suelo, se empleó la herramienta de matrices de color o Tabla Munsell, tomando muestras de suelo húmedo y seco (Portal frutícola, 2016).

2-Determinación de la textura y clase de textura, se recurrió al método de hidrómetro o Bouyoucos, que es un procedimiento que permite conocer la distribución del tamaño de las partículas del suelo, mediante una ecuación, dando como resultados porcentajes de los distintos componentes del suelo (Medina et al. 2007), una vez definida la textura del suelo, se procede al cálculo de la clase de textura del mismo, mediante la utilización del diagrama de textura.

3-Determinación de la densidad aparente del suelo, se midió mediante la utilización de dos métodos, la Parafina y el método de cilindro mencionado por Mena (2016).

4-Determinación de la densidad real, se aplicó el método del picnómetro, calculando una muestra de suelo seca con dos mediciones cuantitativas, siendo, la masa de sólidos y el volumen de los sólidos de la muestra (Villaseñor, 2016).

5-Determinación de la porosidad, se obtuvo mediante el cálculo entre la densidad aparente y la densidad real, cuyo resultado dará una cantidad porcentual que a su vez va a ser comparado con una tabla mencionada por Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2009), en la que clasifica la porosidad del suelo desde muy baja cuyo rango va menor que 2% a muy alta, cuando el resultado es mayor que 40% (Mena, 2016):

6-Determinación del pH, se utilizó un Potenciómetro estimando el valor, se lo clasifica en pH muy ácido con rangos desde 4.0 – 5.0 a alcalinos que son mayores a 7.5 (Mena, 2016).

7-Determinación actividad productiva, se realizó un levantamiento planimétrico con el fin de determinar las áreas de estudio y conocer sus límites y producción, además se empleó lo siguiente:

7,1-Determinación del aforo de potreros, se realizó un aforo de los dos potreros, tanto en el Sector A, los cuales se tomaron muestras de 3 lotes que cuentan con 3.96 ha y en el Sector B, que de la misma manera fueron 3 lotes que están constituido por 2.62 ha, para lo cual se procedió a realizar un muestreo representativo de las áreas mencionadas, utilizando la metodología de doble muestreo o muestreo común, en la cual se tomó 8 submuestras totales en puntos diferentes del área de estudio y con diversos tamaños de crecimiento determinando así el total de producción de pasto existentes (Rúa, 2010).

8-Determinación de las malezas presentes en el área de potreros, se realizó muestreo en varias zonas del área mencionada, se utilizó un instrumento de madera de 1 metro cuadrado de área, que se colocaba en un punto determinado e identifica los tipos de especies vegetativas incluido las malezas presentes, además para la determinación de las malezas se realizó un recorrido y observó los linderos de los sectores que integran el predio.

La realización de la clasificación y la valoración de las tierras, se respaldó de tablas como instrumentos para su ejecución, previa observación y estudio de factores como las condiciones agronómicas (textura de suelo, drenaje, fertilidad, pH), condiciones topográficas, metodológicas (temperatura, vientos, heladas), las condiciones de explotación (mano de obra, salubridad, vías internas, discontinuidad) y otros factores (localización, productividad, erosión de cultivo, mejoras, eventualidades, tamaño). Se determina una puntuación según el Sistema Internacional Americano de Clasificación de la Tierra que determina 8 clases de tierras, de acuerdo al diagnóstico, lo facilitará el análisis e interpretación de los resultados de bases para realizar la valoración.

Determinación del valor catastral del terreno, se procedió a aplicar la siguiente fórmula, para encontrar el factor resultante que servirá de base para el cálculo del valor catastral del terreno.

 $FR = (FF \times FD \times FP \times FT \times FU \times FS)$

El factor resultante nace de la multiplicación de los factores influyentes y significativos del predio, datos impuestos con la ayuda de tablas de clasificación que determinan el valor del factor previo análisis, observación y diagnóstico del predio y sus características principales (Periódico oficial del Estado de Puebla, 2008).

Simbología: FF = Factor Frente, FD = Factor Distancia, FP = Factor Profundidad, FT = Factor Topografía, FU = Factor de Ubicación, FS = Factor de Superficie

Obtenidos los datos del factor resultante se procedió a realizar el cálculo y conocer el valor catastral total, con la siguiente fórmula:

VC ó VCT = VCUR x FR x ST

Simbología: VC ó VCT =Valor catastral o Valor catastral de terreno, VCUR= Valor catastral unitario de suelo rústico, FR = Factor Resultante

ST = Superficie del terreno.

El cálculo del terreno se realizó a cada uno de los sectores que integra la Granja Pagua de manera individual y de forma general a toda la granja.

Determinación del valor catastral de las construcciones, se aplicó el método de depreciación de Ross Heidecke, que incluye la depreciación por la vida útil del bien y por su condición o estado, y conocer el valor actual de las construcciones, donde se clasifican

las condiciones y facilita el coeficiente de depreciación, según las condiciones físicas de los bienes a valorar (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación para depreciación Método Ross Heidecke.

ESTADO	CONDICIONES FÍSICAS	CLASIFICACIÓN NORMAL	COEF. DEPREC.
_	NILIEVO No ha aufrida ni nagogita raputagianga	Optimo-O	0,00
l	NUEVO- No ha sufrido ni necesita reputaciones	Muy bueno - MB	0,03
2	REGULAR - Requiere o ha recibido reparaciones sin	Bueno -B	2,52
2	importancia	Intermedio - I	8,09
3	Requiere reparaciones Simples	Regular - R	18,10
	nequiere reparaciones simples	Deficiente - D	32,20
4	Requiere reparaciones importantes	Malo - M	52,60
4	Requiere muchas reparaciones importantes	Muy Malo - MM	72,20
5	Sin Valor = Valor de demolición	Demolición - DM	100,00

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca ()

Conocido el coeficiente de depreciación y seleccionado el factor bueno se procede a aplicar la siguiente fórmula: VA = Vn [1 - 1/2 (x/n + x2/n2)] * E

Simbología: VA = valor actual, Vn = valor de nuevo para la edificación, X = edad actual, n = vida útil probable, E = factor de bueno

El valor catastral de las construcciones se realizó únicamente a la empacadora, ya que es el bien con mayor importancia de la Granja Pagua, y registrado en el Registro de la Propiedad de inmuebles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Derivado de la implementación de las diferentes metodologías para la ejecución del diagnóstico en la granja Pagua, se obtienen los siguientes resultados:

Tipo de suelo, los resultados obtenidos en el área de estudio muestran que el tipo de suelo predominante proviene de un depósito fluvial, donde su fuente de origen está en las rocas sedimentarias no consolidadas.

El color del suelo se presenta amarillento, determinando la presencia de óxido de hierro, que da ese color peculiar a los suelos de zonas templadas o tropicales (Imbellone, et al., 2017). Acorde a la clase textural encontrada, se evidencian configuraciones de partículas minerales medias (Franco limosa) en perfiles de 0 a 30 cm de profundidad (figura 7) que se encuentran en un 40% del Sector potreros C y un 50% en el sector A de los potreros, además se puede detectar que el sector de banano A y B, cuenta con una clase textural de suelo mixta que va de franco, franco arenoso a arenosa.

La figura 8 muestra que el suelo de la Granja Experimental Pagua presenta un pH neutro en la mayoría del predio que va desde 6.5 a 7.5 ocupando un área de 109.07 hectáreas, seguido por un pH alcalino en diversos puntos como en el potrero 1, 3 y 13 del sector A, y del potrero C, específicamente en los potreros 38, 39 y 42 a profundidades de 0.30 cm.

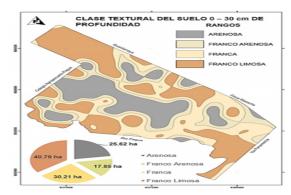


Figura 7. Mapas de clase textural en perfiles de 0-30.

Fuente: Mena (2016).

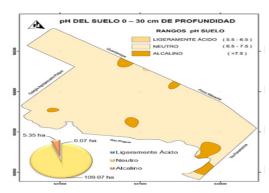


Figura 8. Mapa de niveles de pH en el suelo de 0-30 cm de profundidad.

Fuente: Mena (2016).

La producción total de forraje en el Sector A, es de un total de 19 400 Kg/ha, calculado a partir de los datos recopilados en la tabla 2, donde se tomaron 2 submuestras por nivel de crecimiento, con sus respectivos pesos, en 4 puntos diferentes, dando un total de 8 submuestras.

Tabla 2. Planilla para el registro de aforos en campo Sector A.

PLANILLA DE AFOROS DE PRE PASTOREO					
Nombre de la finca: Predio Pagua de la UTMACH					
Identificación del potre	ro: 13-15-8 del 9	Sector A			
Área del potrero: 3.96 h	na (39 600 m2) t	otal			
FECHA	HORA	SUBMUESTRA N.º	PESO (gr)	NIVEL DE CRECIMIENTO	PORCENTAJE POR NIVEL
Agosto 26 de 2021	10:00 am	1	2270	Medio (NM)	50 %
Agosto 26 de 2021	10:10 am	2	2270	Medio (NM)	50 %
Agosto 26 de 2021	10:20 am	3	2040	Medio (NM)	50 %
Agosto 26 de 2021	10:30 am	4	2180	Medio (NM)	50 %
Agosto 26 de 2021	10:40 am	5	1590	Bajo (NB)	50 %
Agosto 26 de 2021	10:50 am	6	1360	Bajo (NB)	50 %
Agosto 26 de 2021	11:00 am	7	1770	Bajo (NB)	50 %
Agosto 26 de 2021	11:10 am	8	2040	Bajo (NB)	50 %
TOTALES		8 submuestras	15 520 g		100 %
PROMEDIOS			1940 g		

Cálculo de promedio ponderado, a fin de conocer la producción total del pasto:

Pesos de submuestras (NM): 2270+2270+2040+2180= 8760 g Pesos de submuestras (NB): 1590+1360+1770+2040= 6760 g Promedio aritmético (NM): 8760 g / 4 submuestras = 2190 g Promedio aritmético (NB): 6760 g / 4 submuestras = 1690 g

Promedio ponderado (NM): 2190 g * 50% = 1095 g Promedio ponderado (NB): 1690 g * 50% = 845 g Promedio ponderado de la muestra: $1095 g + 845 g = 1940 g (1.94 kg/m^2)$

Producción total de forraje en los potreros 13-15-8 del Sector A: 1.94 kg/m2 * 39 600 m2 = 76 824 kg (76.824 t), Producción de forraje por ha: 76 824 kg / 3.96 ha = 19 400 kg/ha

Se procedió a realizar el mismo procedimiento, y determinar la cantidad de pasto existente en el potrero, se tomaron 2 tipos de muestras de dos tamaños de crecimiento en 4 lugares diferentes como indica la figura 9, completando 8 submuestras, se registraron los datos expresados en la tabla 3, aplicando posteriormente las siguientes fórmulas, dando como resultado un valor total de 25 900 kg/ha de pasto.



Figura 9. Método de muestreo de pasto, Muestra de pasto, Pesaje de la muestra de pasto.

Tabla 3. Planilla para el registro de aforos en campo Sector B.

PLANILLA DE AFOROS DE PRE PASTOREO						
Nombre de la finca: Predio Pagua de la UTMACH						
Identificación del potre	Identificación del potrero: 24 - 22 - 30 del Sector B					
Área del potrero: 2.62 h	na (26 200 m2) t	otal				
FECHA	HORA	SUBMUESTRA N.º	PESO (gr)	NIVEL DE CRECIMIENTO	PORCENTAJE POR NIVEL	
Agosto 26 de 2021	11:20 am	1	2720	Alto (NA)	50 %	
Agosto 26 de 2021	11:30 am	2	3180	Alto (NA)	50 %	
Agosto 26 de 2021	11:40 am	3	2720	Alto (NA)	50 %	
Agosto 26 de 2021	11:50 am	4	2950	Alto (NA)	50 %	
Agosto 26 de 2021	12:00 am	5	2490	Medio (NM)	50 %	
Agosto 26 de 2021	12:10 am	6	2270	Medio (NM)	50 %	
Agosto 26 de 2021	12:20 am	7	2180	Medio (NM)	50 %	
Agosto 26 de 2021	12:30 am	8	2270	Medio (NM)	50 %	
TOTALES		8 submuestras	21 380 g		100 %	
PROMEDIOS			2672.5g			

Pesos de submuestras (NA): 2720 + 3180 + 2720 + 2950 = 11 570 g

Pesos de submuestras (NM): 2490+ 2270 + 2180 + 2270 = 9210 g

Promedio aritmético (NA): 11570 g / 4 submuestras = 2892.5 g Promedio aritmético (NM): 9210 g / 4 submuestras = 2302.5 g

Promedio ponderado (NA): 2892.5 g * 50% = 1446.25 g Promedio ponderado (NM): 2302.5 g * 50% = 1151.25 g Promedio ponderado de la muestra: 1446.25 g + 1151.25 g = 2597.5 gr (2.59 kg/m2)

Producción total de forraje en los potreros 24 – 22 -30 del Sector B: 2.59 kg/m2 * 26200 m2 = 67 858 kg (67.85 t)

Producción de forraje por ha: 67 858 kg / 2.62 ha = 25 900 kg/ha

Malezas presentes en el área de potreros. En el sector de potreros previa utilización de los métodos, se evidencia que existe en su totalidad pastos cultivados en el área de potreros y un porcentaje poco significativo de malezas, ya que por las labores culturales aplicadas evitan que no exista otro tipo de vegetación, se pudo identificar la existencia de la especie de maleza Dichondra repens J. R. Forst. & G. Forst, en ciertas partes de las divisiones y linderos de los potreros, y en lugares donde existe demasiada humedad.

El diagnóstico realizado al área de Potreros A, la clasificación de las fincas se realizó mediante la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020), se apreció que la finca tiene una buena ubicación y productividad, el predio se presenta sin erosión, Se acredita este sector una calificación final de finca de clase A ya que esta se encuentra en excelentes condiciones.

En el predio sector A de potreros, la clasificación y valoración de las tierras (tabla 4) de acuerdo a la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020), se obtuvo mediante el diagnóstico un total de 93 puntos, por lo que se establece como una propiedad buena, derivado del resultado de los factores evaluados, entre las condiciones agronómicas se pudo evidenciar que existen buenos ambientes, ya que la finca cuenta con una excelente textura de la capa arable que facilita las nuevas siembras, además la profundidad efectiva de perfil es la adecuada para que las raíces crezcan con fluidez a través del suelo y captar mayores nutrientes, el predio cuenta con un pH neutro acorde al cultivo.

Tabla 4. Clasificación y evaluación de las tierras sector A potreros: potreros: 1-18.

I CONDICIONES AGRONÓMICA	PUNTUACIÓN MÁXIMA
Textura de la capa arable	10
Profundidad efectiva del perfil	15
Apreciación textural del perfil	12
Drenaje	10
Nivel de fertilidad	5
рН	4
TOTAL	56
II CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	

Relieve y erosión	10
IIICONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Distribución de lluvias y temperatura	10
Vientos	-1
IV CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN	
Mano de obra	-1
Aprovechamiento y uso del agua	18
Vías internas	1
Forma geométrica del predio	0
TOTAL	93

La clasificación de las fincas de acuerdo a la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020), mostró que la finca posee una buena ubicación y productividad en ciertas condiciones, además el predio se presenta sin erosión, esta puede soportar una deuda sustancial, la finca además es fácilmente vendible, obteniendo una calificación final de finca de clase B, propiedad buena.

El sector B de potreros, respecto a la clasificación y valoración de las tierras (tabla 5) de acuerdo a la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020) se determinó mediante el diagnóstico un total de 91 puntos, y se establece como una propiedad buena por los factores evaluados, entre las condiciones agronómicas se pudo evidenciar que existen buenos aspectos a tomar en cuenta, como la textura de la capa arable, que facilita las nuevas siembras y la profundidad efectiva de perfil es la adecuada, la finca además cuenta con drenajes aptos para la producción y el pH del suelo es idóneo para la producción, sin embargo el nivel de fertilidad posee un punto menos a la máxima calificación, calificado de bueno.

Tabla 5. Clasificación y evaluación de las tierras sector B potreros: potreros: 19-35.

I CONDICIONES AGRONÓMICA	PUNTUACIÓN MÁXIMA
Textura de la capa arable	10
Profundidad efectiva del perfil	15
Apreciación textural del perfil	10
Drenaje	10
Drenaje Nivel de fertilidad	5
<u> </u>	1.0
Nivel de fertilidad	5

Relieve y erosión	10
IIICONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Distribución de lluvias y temperatura	10
Vientos	-1
IV CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN	
Mano de obra	-1
Aprovechamiento y uso del agua	18
Vías internas	1
Forma geométrica del predio	0
TOTAL	91

Mediante el diagnóstico realizado al área de Potreros C, se aprecian los resultados de la clasificación de las fincas de acuerdo a la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020), se corroboró que la finca está localizada en una buena sitio, con una producción buena en ciertas condiciones, el predio no presenta erosión de cultivo, el área de potreros posee la clasificación deseable por su tamaño y adaptabilidad, otorgándosele una calificación final de finca de clase B ya que es una propiedad en buenas condiciones.

En el sector C de potreros, de acuerdo con la clasificación y valoración de las tierras (tabla 6) aplicando la guía para la clasificación y descripción de predios rurales (García, 2020) previo al diagnóstico elaborado se pudo evidenciar que el área tiene una puntuación total de 91, respaldada por la clasificación de las condiciones agronómicas, donde se evidencia un valor total de 54 puntos, porque los factores evaluados determinaron que el predio posee una excelente textura de la capa arable, que facilita las nuevas siembras, la profundidad efectiva de perfil es la adecuada para que las raíces crezcan con fluidez a través del suelo para captar mayores requerimientos nutritivos, y el pH es neutro concordando por cualquier tipo de cultivo, con respecto a los drenajes el predio también cualidades excelentes acorde al sembrío, pero debido al nivel de fertilidad y apreciación textural del perfil obtienen una menor puntuación, las condiciones topográficas y las climatológicas son acordes a los necesidades del cultivo, pero las condiciones de explotación no presentan puntuación alta, debido a que el predio posee forma irregular, y se le acredita una puntuación de 0.

Tabla 6. Clasificación y evaluación de las tierras sector C potreros.

I CONDICIONES AGRONÓMICA	PUNTUACIÓN MÁXIMA	
Textura de la capa arable	10	
Profundidad efectiva del perfil	15	

Apreciación textural del perfil	10
Drenaje	10
Nivel de fertilidad	5
рН	4
TOTAL	54
II CONDICIONES TOPOGRÁFICAS	
Relieve y erosión	10
IIICONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	
Distribución de lluvias y temperatura	10
Vientos	-1
IV CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN	
Mano de obra	-1
Aprovechamiento y uso del agua	18
Vías internas	1
Forma geométrica del predio	0
TOTAL	91

El factor resultante para el terreno de la Granja Pagua a nivel general, previo al diagnóstico del terreno y determinación de los factores influyentes verificados en las tablas de clasificación que determinan el valor del factor se obtuvo lo siguiente (Periódico oficial del Estado de Puebla, 2008):

DATOS: FF = 1, FD = 1.40, FP = 1, FT = 1, FU = 1.20, FS = 0.75

Cálculo de factores granja Pagua

FR = (FF x FD x FP x FT x FU x FS), FR = 1 x 1.40 x 1 x 1 x 1.20 x 0.75, FR = 1.26

Simbología: FF = Factor Frente = 1, FD = Factor Distancia, FP = Factor Profundidad, FT = Factor Topografía, FU = Factor de Ubicación, FS = Factor de Superficie

Cálculo para determinación de valor catastral de terreno, Una vez obtenido el dato del factor resultante se procede realizar el cálculo para conocer el valor catastral total, con la siguiente fórmula.

VC ó VCT = VCUR x FR x ST

DATOS: VCUR = \$5000,00 valor referente para compra-venta de predios rústicos por hectárea

FR = 1.26 según los factores analizados, ST = 119.72 ha. VC ó VCT = VCUR x FR x ST

 $VC = $5000,00 \times 1.26 \times 119.72, VC = $754.236,00$

Simbología: VC ó VCT =Valor catastral o Valor catastral de terreno, VCUR= Valor catastral unitario de suelo rústico, FR = Factor Resultante, ST = Superficie del terreno.

Con la fórmula aplicada, se puede evidenciar que el valor catastral de predio de la Granja Experimental Pagua es de \$754.236,00

Valor catastral sector potrero A, Para el Sector A de los potreros, se identificación los datos de los factores siguientes en el análisis y diagnóstico con la ayuda de las tablas de clasificación del valor del factor (Periódico oficial del Estado de Puebla, 2008):

DATOS: FF = 1, FD = 1.40, FP = 1, FT = 1, FU = 1.20, FS = 1

Cálculo de factores sector potrero A

FR = (FF x FD x FP x FT x FU x FS), FR = 1 x 1.40 x 1 x 1 x 1.20 x 1, FR = 1.68

Cálculo para determinación de valor catastral de terreno

DATOS: VCUR = \$5000,00 referente para ventas de predios rústicos

FR = 1.68 según los factores analizados, ST = 18.30 ha, VC ó VCT = VCUR x FR x ST

 $VC = $5000,00 \times 1.68 \times 18.30, VC = $153.720,00$

El Sector de potreros A, tiene un valor catastral correspondiente a \$153 720,00

Valor catastral sector potrero B, En el Sector potreros B, el análisis y diagnóstico de la tierra, se identificación los datos de los factores siguientes con la ayuda de las tablas de clasificación del valor del factor (Periódico oficial del Estado de Puebla, 2008):

DATOS: FF = 1, FD = 1.40, FP = 1, FT = 1, FU = 1.20, FS = 1

Cálculo de factores sector potrero B

FR = (FF x FD x FP x FT x FU x FS), FR = 1 x 1.40 x 1 x 1 x 1.20 x 1, FR = 1.68

Cálculo para determinación de valor catastral de terreno

DATOS: VCUR = \$5000,00 referente para ventas de predios rústicos

FR = 1.68 según los factores analizados, ST = 13 ha.

VC ó VCT = VCUR x FR x ST, VC = \$ 5000,00 x 1.68 x 13, VC = \$109.200,00

Mediante el cálculo aplicado se pudo evidenciar que el Sector B de potreros tiene un valor catastral correspondiente a \$109.200,00

Valor catastral sector potrero C, Para el cálculo del factor resultante de Sector C de potreros, se determinaron los siguientes con la ayuda de las tablas de clasificación del valor del factor (Periódico oficial del Estado de Puebla, 2008):

DATOS: FF = 1, FD = 1.40, FP = 1, FT = 1, FU = 1.20, FS = 0.90

Cálculo de factores sector potrero C

FR = (FF x FD x FP x FT x FU x FS), FR = 1 x 1.40 x 1 x 1 x 1.20 x 0.90, FR = 1.51

Cálculo para determinación de valor catastral de terreno

DATOS: VCUR = \$5000.00 referente para ventas de predios rústicos

FR = 1.51 según los factores analizados, ST = 24.3 ha

VC ó VCT = VCUR x FR x ST, VC = \$5000.00 x 1.51 x 24.3, VC = \$183.708.00

Con el cálculo aplicado se determina que el valor catastral del terreno para el sector de potreros C corresponde a \$183.708,00

La determinación del valor de la empacadora, se realizó posterior al diagnóstico de su condición y estado, sus años de vida útil y su valor, con la aplicación de depreciación del método de Ross Heidecke (tabla 7).

Tabla 7. Cálculo de valor de la empacadora.

BIEN VALOR N		EDAD ACTUAL	AÑOS DE VIDA ÚTIL	COEF DEPRE	FACTOR DE BUENO	VALOR ACTUAL	
EMPACADORA	71000,00	11,00	80,00	2,520	0,97	\$65.587,50	

DATOS: Vn = \$71.000,00, X = 11 años, N = 80, E = 2.52, Con la aplicación de la depreciación, se determina que el valor de la construcción de la empacadora, está valorada en \$65.587,50.

CONCLUSIONES

La elaboración del diagnóstico de los predios potreros que conforman la Granja Pagua nos permitió determinar la situación actual del mismo.

Los resultados del análisis permitieron determinar el valor catastral del terreno dedicado a la actividad de potreros, \$ 446 628.00, y de las instalaciones (empacadora) \$ 65.587.50, para un valor total de \$ 512 215. 5, y toda las 119.72 ha de la finca valores de \$754.236,00

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benítez, E., Chamba, H., Sánchez, E., Parra, S. J., Ochoa, D., Sánchez, J., & Guerrero, R. (2017). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. Revista Indexada Bosques Latitud Cero, 7(2), 83-97.
- Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2018). Pronóstico. INAMHI. http://186.42.174.241/ **InamhiPronostico**
- García Batista, R. M. (2020). Guía para la clasificación y descripción de predios rurales. Universidad Técnica de Machala.
- Imbellone, P. A., Aguilera, E. Y., & Beilinson, E. (2017). Mineralogía de suelos. http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/ repositorio/ documentos/sipcyt/bfa005974.pdf
- Mena Coronel, M. A. (2016). Estudio de suelos con fines de planificación agropecuaria de la Granja Pagua, Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Moreno Herrera, A., García Batista, R. M., C., & Montes de Oca Suarez, J. (2017). Análisis ecosistémicos-sustentable de una bio-fábrica de vitroplantas en predios agrícolas de la UTMACH, Ecuador. Revista Científica Agroecosistemas, 5(1-Ext), 140-149.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2009). Textura del suelo.FAO. http:// www.fao.org/fishery/static/FAO Training/FAO Training/ General/x6706s/x6706s06.htm
- Periódico oficial del Estado de Puebla. (2008). Manual de valuación catastral para el Estado de Puebla. Instituto de Catastro del Estado de Puebla. https://www.ircep.gob.mx/ pdf/Manual Valuacion Catastral.pdf
- Rúa Franco, M. (2010). ¿Cómo aforar un potrero para pastorear correctamente? Sitio Argentino de Produchttps://www.produccion-animal.com.ar/ ción Animal. produccion y manejo pasturas/pastoreo%20sistemas/139-AFORAR POTRERO.pdf
- Vera Cedeño, J. C., & Brito Donoso, F. J. (2018). Digestibilidad in situ y valor nutricional del Pasto Saboya asociadas a tres leguminosas forrajeras nativas en la zona norte de Manabí. (Tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

EFECTOS DE LA FERTILIZACIÓN INYECTADA EN PLANTAS DE BANANO (MUSA \times PARADISIACA L) CULTIVAR WILLIAMS EN DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS

EFFECTS OF INJECTED FERTILIZATION ON BANANA PLANTS (MUSA × PARADISIACA L) CULTIVAR WILLIAMS AT DIFFERENT PHENOLOGICAL STAGES

Karen Geanella Miranda Ordóñez¹

E-mail: karengeanellamiranda@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7956-9624

José Nicasio Quevedo Guerrero¹ E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8974-5628

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: mgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Miranda Ordóñez, K. G., Quevedo Guerrero, J. N., & García Batista, R. M. (2021). Efectos de la fertilización inyectada en plantas de banano (Musa × paradisiaca I) cultivar Williams en diferentes estados fenológicos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 130-140.

RESUMEN

El trabajo tuvo como objetivo evaluar el método de fertilización inyectada al pseudotallo de banano como alternativa para mantener la salud de los suelos e incrementar la productividad, con la finalidad de obtener e impulsar el crecimiento de hijos o llamados retornos mediante la aplicación de diferentes fuentes de nitrógeno. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones. Se analizaron los datos mediante el programa IBM SPSS Statistics 25. Los resultados mostraron que es posible cultivar banano y obtener fruta de calidad para exportación mediante el manejo integrado del cultivo utilizando fertilizantes nitrogenados invectados al pseudotallo, las variables que presentaron significancia estadística (p<0.05) son (AHIJO), (EFoliarP), (PMANOS), (PTOTAL), (MILGDEDO), y el Ratio. Se evidenció que mediante la aplicación de fertilización directa al pseudotallo se aprovecha de forma más óptima el fertilizante, reduciendo la cantidad a aplicar, disminuyendo así también la cantidad de Óxido nitroso en los suelos y el ambiente, disminuyendo la contaminación, erosión y compactación de los suelos.

Palabras clave:

Tratamientos, fertilizantes, banano, crecimiento, inyección al pseudotallo, fases fenológicas, cosecha.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the method of fertilization injected to the banana pseudostem as an alternative to maintain soil health and increase productivity, with the purpose of obtaining and promoting the growth of offspring or so-called returns through the application of different sources of nitrogen. A randomized block design with 4 treatments and 10 replications was used. The results showed that it is possible to grow bananas and obtain quality fruit for export through integrated crop management using nitrogen fertilizers injected into the pseudostem. The variables that showed statistical significance (p<0.05) were (AHIJO). (EFoliarP), (PMANOS), (PTOTAL), (MILGDEDO), and the Ratio. It was evidenced that through the application of direct fertilization to the pseudostem, the fertilizer is used in a more optimal way, reducing the amount to be applied, thus also reducing the amount of nitrous oxide in the soil and the environment, reducing contamination, erosion and soil compaction.

Keywords:

Treatments, fertilizers, banana, growth, injection to the pseudostem, phenological phases, harvest.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es el primer exportador de banano en el mundo, su exportación al mercado de la Unión Europea es alrededor del 40%. El comercio de banano representa para el país después del petróleo como el segundo recurso de ingresos para su economía (Vásquez, 2017).

La historia económica del Ecuador ha mostrado que posee una clara ventaja comparativa en la producción de banano, la razón por haberse convertido en el mayor exportador de banano seguido únicamente por Filipinas y Costa Rica. Ecuador por sí solo cubre más que una tercera parte de las exportaciones mundiales de banano, exportan entre 80 y 85 millones de cajas casi el 40 por ciento de su producción total a nivel mundial que se destaca y produce la fruta de alta calidad y exquisito sabor, cuyas producciones ha alcanzado estándares internacionales de protección medioambiental (Vásquez, 2017).

En Ecuador en su exportación de la fruta genera más de un millón de trabajos, esto beneficia más de 2.5 millones de personas aproximadamente del 6 % de la población total del Ecuador en nueve provincias dependen en gran medida de la industria bananera, generando mayores ingresos y proporcionan más oportunidades de empleo en comparación en otros sectores productivos del país (Ecuador, Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

El banano ecuatoriano es el principal rubro económico principal exportación no petroleros, las mayores áreas de producción bananera corresponden a las provincias de El Oro, Guayas, Los Ríos. La agricultura ecuatoriana la parte prominente de la producción está destinada para la exportación, mientras es mínimo el consumo de banano local, por ende, generalmente a nivel interno se destina el banano que no son considerados aptos para su exportación (Villanueva Cevallos, et al., 2019).

La provincia de El Oro presenta un número relevante bajo de productores que se dedican a la producción de banano. En la ciudad de Machala el banano orgánico y convencional es producido por pequeños y grandes productores, cuyas fincas presentan condiciones favorables para la producción, en generalmente se reúnen en asociaciones y gremios para poder gozar de una fuerza de negociación más importante al respecto de los exportadores internacionales. (Villanueva Cevallos, et al., 2019).

El estudio tuvo la finalidad de evaluar el efecto de la fertilización aplicada al pseudotallo en plantas de bananos como alternativa para mantener la salud de los suelos e incrementar la productividad y determinar el efecto de diferentes fuentes de nitrógeno en el crecimiento y desarrollo de plantas de banano en las 3 etapas fenológicas (vegetal, reproductiva y productiva).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento, El presente trabajo de investigación se realizó en el área de banano en la Granja Experimental Sta. Inés ubicada a 5,5 km de la vía Machala - Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, de la provincia de El Oro de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala (Figura 1 y 2).

Ubicación geográfica, El sitio, se encuentra ubicado geográficamente entre las siguientes coordenadas. Coordenadas: UTM, Zona: 17 S. Datum: WGS 84 Sur.

Longitud: 79° 54' 05" W Coordenadas, Norte: 9636128

Latitud: 03° 17' 16" S Coordenadas, Sur: 620701



Figura 1. Levantamiento planímetro del predio.

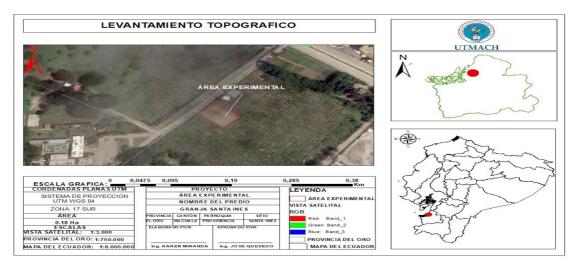


Figura 2. Levantamiento topográfico de la localidad del área experimental.

Factores climáticos y ecológicos, El área del ensayo de acuerdo a los registros de INAMHI y de acuerdo a la vida natural de Holdridge, se tiene condiciones agroclimáticas con una temperatura de 25 °C, con 2 a 3 horas de heliofanía diaria y con una precipitación anual de 500 mm lo cual se encuentra clasificado como bosque seco tropical (B.S.T)

Material genético, se utilizó 40 cormos de planta de banano clon Williams que se encuentran dentro de la Granja Santa Inés en el área experimental llamada plantilla de la Universidad Técnica de Machala.

Variables evaluadas, Se evaluaron las siguientes variables:

- Emisión foliar en fase vegetativa (FV)y fase de desarrollo (FD). a)
- Crecimiento en fase vegetativa (FV) y fase de desarrollo. (FD). b)
- c) Altura del hijo (AHIJO).
- Altura de la planta aparición (ALT). d)
- Emisión foliar aparición (EfoliarP). e)
- Número de hojas al corte (HCORTE). f)
- Peso del raquis (PRAQUIS). g)
- Peso de total de manos (PMANOS). h)
- Peso total racimo (PTOTAL). i)
- j) Peso de la mano de sol (PMSOL).
- Número de manos del racimo (NMANOS). k)
- Largo de dedos de la mano inferior (MILGDEDO) y mano del sol (MSLGDEDO). 1)
- Calibración mano inferior (MUCAL) y mano del sol (MSCAL). m)
- n) Número de dedos de la mano de sol (NMDS).

Tratamientos, El área total del diseño experimental fue de 0.18 ha., donde se establecieron 4 bloques al azar y cada bloque fue ocupado por un tratamiento, cada tratamiento consta de 15 unidades experimentales (Tabla 1). El trabajo de campo se efectuó el viernes 12 de julio de 2019 y finalizó en abril de 2021.

Tabla 1. Tratamientos y número de repeticiones con fertilizantes químicos.

Tratamiento 1 (T1)	Tratamiento 2 (T2)	Tratamiento 3 (T3)	Tratamiento 4 (T4)
Urea 8.3 gr. Agua destilada 75 ml	Nitrato de Amonio 8.3 gr. Agua destilada 75 ml	Sulfato de amonio 8.3 gr. Agua destilada 75 ml	Testigo absoluto
T1: 10 repeticiones (10)	T2: 10 repeticiones (10)	T3: 10 repeticiones (10)	T4: 10 repeticiones (10)

Metodologías utilizadas.

Preparación del terreno, se procedió a la eliminación de plantas viejas, se repicó los restos para acelerar el proceso de descomposición.

Siembra, se utilizaron 40 plantas obtenidas de cormitos de banano clon Williams que fueron sembradas el 7 de octubre del 2019 a tresbolillo a una distancia entre planta de 3m x 3m, el hoyado fue de 20*20*20 cm, de fondo se aplicó 10 g de Tierra de diatomeas.

Preparación de los tratamientos en función del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo. Se procede a pesar los fertilizantes químicos para los respectivos tratamientos:8.3 gramos de Urea + 75 ml de agua destilada, 8.3 gramos de Nitrato de amonio + 75 ml de agua destilada y 8.3 gramos de Sulfato de amonio + 75 ml de agua destilada.

Aplicación de los tratamientos de fertilización, La aplicación se realizó cada 15 días, desde el mes de julio de 2019, con una inyección sistemática a un ángulo de 45° en el pseudotallo de la planta de banano utilizando 5 ml por cada planta como se observa en la figura 3 en las fases fenológicas de la planta, una vez transcurrida la fase vegetativa entramos a la fase vegetativa de desarrollo en donde la aplicación se lo realizó en está ocasión cerca del cormo de la planta utilizada en el trabajo de investigación.



Figura 3. Aplicación de fertilizantes cerca en el pseudotallo de banano.

Labores culturales, se realizaron un grupo de actividades como parte del manejo del estudio

Control de arvenses, El control de arvenses se realizó mediante la utilización de una rozadora cada 15 días y de forma manual cada 7 días.

Deshije, El deshije se lo realizó para eliminar hijos de agua o los hijos mal posicionados, se seleccionó el hijo que se encuentra en el segundo anillo o segunda fila y se procedió a la eliminación de hijos no apropiados de la planta madre.

Deshoje, En la fase vegetativa de crecimiento se realizó la eliminación de hojas bajeras no funcionales, cuando la plantilla presenta hojas funcionales se procedió con la toma de datos semanalmente.

Deschante, Esta labor es realizada en el pseudotallo de banano, lo cual consiste en la eliminación de vainas secas de la planta por lo que sirven de hospederos para plagas.

Enfunde, Una vez que la planta presenta su bellota o racimo, se basa en cubrir al racimo con una funda plástica para evitar daños en la cáscara de banano, esta labor se la realiza lo más temprano posible o sea antes de que comience abrir el racimo y se observen sus manos, se logra realizar esta práctica para evitar el ataque a plagas y ocasionen un daño estético en los dedos del racimo.

Encintado, Se coloca una cinta de acuerdo al calendario de enfunde después de haberse logrado el enfunde ya que con ello podemos conocer la edad de los racimos, evitando dejar racimos viejos en la plantilla y a su vez conocer el número de plantas para cosecha y así obtener un aproximando de cajas para la exportación.

Desflore, es una actividad que consiste en la eliminación de las flores secas, las flores se desprenden sin mucho esfuerzo de los dedos del racimo, todo esto para evitar presencia de trips ya que contienen mucho néctar.

Deschive, Consiste en la eliminación de la mano falsa, este en este grupo se incorporan la primera, segunda o tercera mano, o también las manos malformadas, todo dependiendo de las condiciones climáticas.

Destore, Esta actividad consiste en la eliminación de la inflorescencia o también llamada cucula del racimo. se hace esta labor para mejorar el llenado de frutos.

Cosecha, Para realizar esta labor se debe tener en consideración la cinta de corte, la pre-calibración, etc., para proceder a cosechar el racimo primero se le da un corte al pseudotallo realizando una cruz provocando una inclinación donde se encuentra una segunda persona con una colchoneta para evitar daños o estropeo el racimo.

Postcosecha, Una vez cosechado se traslada a la empacadora para su respectivo proceso conocido como embarque donde se debe cumplir una serie de actividades: Inspección de calidad de la fruta. Lavado del racimo, Desmanado de racimo en la primera tina y se forma el clúster, Segunda tina es el lavado y deslechado, Clúster colocados en la bandeja para su respectivo pesado y proceso de fumigación de corona para evitar su pudrición o entrada de hongos, una vez realizada esta actividad se coloca su respectivo etiquetado, el embalador procede a embalar colocando y acomodando los cluster dentro de la caja, una vez finalizado estas actividades se realizará el respectivo paletizado.

Diseño experimental de campo fue de bloques completamente al azar, con igual número de observaciones por tratamiento, en total se tuvo 4 tratamientos con 10 repeticiones.

Variables evaluadas

Número total de hojas a la aparición, se realizó la toma de datos semanalmente, una vez iniciado el experimento se procedió a la toma del número total de hojas en la planta de banano, cada semana se fue registrando el crecimiento de la hoja cigarro hasta la aparición.

Peso total Racimo, se evaluó el día de cosecha en un total de 60 plantas, se obtuvo el peso del racimo utilizando una balanza colgante de precisión, donde se colocaban los racimos y a su vez obtener el peso neto se procede al respectivo desmame y se obtiene el peso total.

Peso del Raguis, En el proceso de obtener el peso del raquis se realizó de una forma muy peculiar y consiste en el desmane de la fruta y así obtener el peso del raquis desmanado.

Peso Neto de Fruta, Consiste en el peso total de racimo menos el valor total del peso del raquis.

Peso de la Mano de Sol (M.S), Este proceso se realiza contabilizando las manos desde la inflorescencia o conocida como bellota hacia las últimas manos del racimo. La mano del sol se caracteriza por tener una gran cantidad de dedos.

Número de Manos, Esta variable se evaluó el día de cosecha, conlleva la contabilización de números de manos de cada racimo.

Número de dedos de la Mano de Sol (M.S), Esta labor se realizó antes del desmane, se contabiliza el número de dedos de la última mano del racimo

Largo de dedos de la mano inferior y de la mano de sol, Para obtener esta variable se procede a medir con una cinta el dedo central para ser medido.

Calibración, Se calibraron 40 plantas con racimos, para este método se utilizó un calibrador tipo variable de precisión, consistió en la medición del grado o grosor del dedo central de cada mano, lo que esto nos permite determinar si se encuentra en el grado óptimo para su cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos desde la fase vegetativa del cultivo hasta la cosecha, Emisión foliar Fase Vegetativa y Fase de Desarrollo, **Fase Vegetativa**. En la figura 4 se evidencia que en la emisión foliar, en la fase vegetativa en la primera semana a partir del 21 de julio el T1 obtuvo un valor más alto, de 1.2 hojas, mientras que en la segunda semana el valor de más relevancia fue el T3 con una media de 1.2 y finalmente en la tercera y última semana el T1 con 1 hoja; mientras que el T4 presenta la media más baja de emisión foliar. De acuerdo al método de invección se demuestra que los fertilizantes nitrogenados inciden en la emisión foliar de la planta, lo cual coincide con los resultados de Soto (2008), donde menciona que la aplicación de fertilizantes químicos al pseudotallo adquieren un rol importante sobre la emisión foliar de tal manera que tendrá mejor capacidad fotosintética.

Fase de Desarrollo. En la figura 5 se evidencian los resultados de la emisión foliar en fase de desarrollo desde el mes de agosto hasta diciembre: el T4 cuenta con un total de 15 hojas, el T1 con un valor de 18.2 hojas, el T3 y el T2 son los que reportaron el mayor número de hojas en el desarrollo vegetativo a diferencia de lo reportado por Turner, et al. (2007), que menciona que emite 16 hojas en el desarrollo reproductivo y por lo tanto con este método se obtuvo mayor número de hojas que a su vez obtendremos mayor área para la fotosíntesis y de esta manera aporta al llenado del fruto.

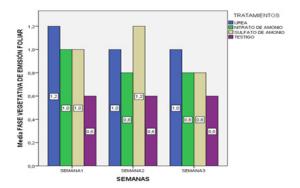


Figura 4. Emisión foliar en Fase Vegetativa.

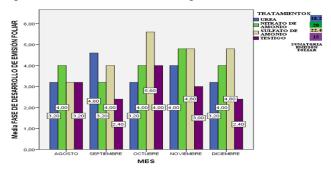


Figura 5. Emisión foliar en fase de desarrollo.

Crecimiento, Altura en Fase Vegetativa y Fase de Desarrollo, Fase Vegetativa, En la figura 6 se evidencia que en los tratamientos empleados que son T1, T2, T3 y T4, como apreciamos en el T3 presenta una media más alta con relación a los demás, con un valor de crecimiento de 0.57 m de altura, en el T4 se aprecia la media más baja con un valor de crecimiento de 0.32 m. En T1 y T2 se obtiene un valor de crecimiento de 0.44 y 0.48 respectivamente presentando una ligera homogeneidad entre ellos estando por encima del valor mínimo, lo cual evidencia que las fuentes de nitrógeno aplicadas en el pseudotallo inciden de forma diferente en el desarrollo.

Fase de Desarrollo, En la figura 7 se evidencia que en el crecimiento en fase de desarrollo: El T3 es considerado como uno de los más bajo entre todos los tratamientos con un valor de 2.25 m de altura, el T4 con un total de 2.41 m; mientras que el T1 y T2 se aprecian los resultados más altos. En su ciclo provechoso puede llegar a alcanzar una altura de entre los 2 a 5 metros (Martínez Acosta & Cayón Salinas, 2011).

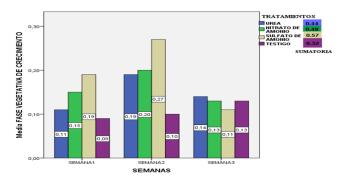


Figura 6. Crecimiento en Fase Vegetativo.

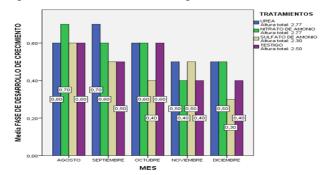


Figura 7. Crecimiento en Fase de Desarrollo.

Resultados obtenidos en la cosecha

Los resultados del ANOVA de un factor (Tablas 2 y 3) muestran el comportamiento de las variables evaluadas: Emisión foliar: fase vegetativa (FV_EF) y fase desarrollo(FD_EF); En desarrollo: fase vegetativa (FV CREC), fase de desarrollo (FD CREC). Variables a la cosecha (ALT) altura de planta a la aparición; (AHIJO) altura del hijo a la cosecha; (EFoliarP) emisión foliar a la aparición; (HCORTE) hojas al corte del racimo; (PRAQUIS) peso del raquis; (PMANOS) peso total de manos; (PTOTAL) peso total del racimo; (PMSOL) peso de la mano de sol; (NMANOS) número de manos del racimo; (MILGDEDO) largo del dedo de la mano inferior; (MUCAL) calibración de mano inferior; (MSLGDEDO) largo del dedo de la última mano; (MSCAL) calibración de la mano del sol; (NMDS) número de dedos de la mano del sol; (RATIO) los resultados que presentan significancia son (AHIJO), (EFoliarP), (PMANOS), (PTOTAL), (MILGDEDO), y el Ratio son significativas ya que su nivel de significancia es menor a 0.005.

Tabla 2. Resultados del ANOVA de un factor en fases fenológicas.

Variables.	FV_EF	FD_EF	FV_CREC	FD_CREC
Sig.	0.653	0.605	0.191	0.018

Tabla 3. Resultados del ANOVA de un factor en Cosecha.

Vbles.	ALT	AHIJO	Efo- liarP	HCOR- TE		PMA- NOS		RATIO	PM- SOL	NMA- NOS	MILG- DEDO	MU- CAL	MSLG- DEDO	MSCAL	MSCAL	NDMS
Sig.	0.008	0.003	0.002	0.235	0.036	0.001	0.000	0.000	0.021	0.020	0.001	0.263	0.015	0.142	0.142	0.141

En la figura 8 se aprecia que la altura de la planta aparición es mayor en el tratamiento T1 donde las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados aportan mayor nutrición por medio del sistema de invección al pseudotallo. los T1 y T4 presentaron un aporte mayor que el T3 con un valor de 2.80 m. De acuerdo a Espinosa & Mite, (1992) la fertilización mediante la aplicación al voleo promueve la perdida por volatilización lo cual causa problemas de acidificación y alta concentración de sales al suelo.

Altura del hijo (Figura 9), altura del hijo a la cosecha, el mejor resultado lo aportó el T1 con un valor de 2.15 m, mientras el valor menor fue 1.80 m, con una media de 2.03 teniendo en cuenta que la tendencia de las plantas siempre está sobre la media. Mientras que el T4 resulto ser el valor más bajo y se encuentra en 1.65 m. donde su media muestra un valor de 1.85 m. donde se mantuvo. Por tanto, el T1 donde se aplicó Urea genera una diferencia positiva en el crecimiento del retorno.

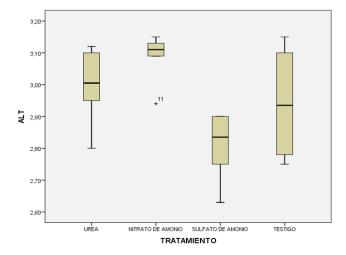


Figura 8. Medias y cuartiles de Altura aparición.

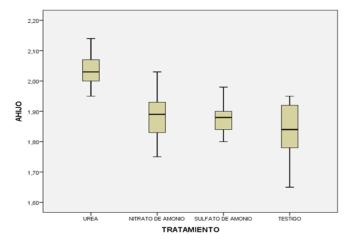


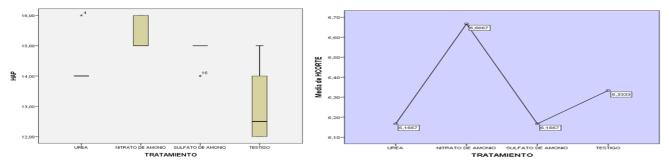
Figura 9. Medias y cuartiles para altura del hijo.

Emisión foliar aparición, En la figura 10 se observa los tratamientos y que no existen significancia entre ellos. El T1 presenta una media de 14 hojas presentado un valor atípico eso quiere decir que existe una planta que tuvo un valor de 16 hojas mientras que la mayoría de plantas estuvieron dentro de 14 hojas. El valor de las medias de T2 y T3 fueron los mejores resultados en hojas que llegaron a la aparición pese a que no se aplicó ningún producto para controlar la Sigatoka negra.

En general la cantidad de hojas asegura la fotosíntesis y el llenado adecuado del fruto. Según Rivera Macías (2016), quien señala que el banano no debe de llegar con menos de 10 hojas, ya que la fotosíntesis depende mucho de ellas, las hojas absorben la energía solar y radiación, fijando así el dióxido de carbono. Mientras que Soto (2008), afirma que al momento de la aparición de las plantas deben tener 8 u 9 hojas sanas funcionales para asegurar un llenado y calidad de exportación en los racimos.

Hojas a la cosecha, En la figura 11 se muestra que T1 y T3 presenta un valor más bajo entre todos los tratamientos con una media de 6.1 hojas a la cosecha, el T4 presentó una media de 6.3, sin embargo, el T2 es el mejor en producción de hojas con una media de 6.6. De acuerdo con Gómez (2008), que manifiesta que las

hojas son el órgano foliar de gran importancia en el proceso de fotosíntesis y está compuesto por elementos esenciales para el fruto dando como resultado una fruta para exportación. Mientras que Nara & Vera (2004), afirman que se recomienda un total de 6 o más hojas a la cosecha para que el fruto tenga un buen llenado.



Figuras 10 y 11. Medias y cuartiles, emisión foliar aparición y Hojas al Corte del racimo.

Peso del raquis, En la figura 12 se evidencia como mejor tratamiento, con mayor peso el T1 con una media de 7.07 libras, seguido por el T4, que cuenta con valor de 6.9 libras, y el T2 y T3 con media entre 5.5 a 6.5 libras, no presentan significancia, se muestra que el peso del raquis es proporcional al racimo.

Peso total del racimo, En la figura 13 se evidencian las medias del peso total del racimo, con similitud T1 y T4 con pesos entre 68 a 69 libras, el peso del racimo en los dos es rentables, sin embargo, en T2 y T3 sus medias se encuentran en un peso de 50 a 52 libras, se menciona que son plantas obtenidas por cormos y se señala que el peso de los racimos en primer corte es bajo por su escaso número de manos. Se manifiesta que en ninguno de los tratamientos se utilizó potasio para el llenado del fruto. Según Mendieta Álvarez & Vargas Salavarria, (2018) manifiestan que los fertilizantes son óptimos para el cultivo de la fruta, ya que incrementa los rendimientos del cultivo y de la misma manera se reduce la carga de químicos en el suelo. Mientras Vásquez-Castillo, et al. (2019), comentan que el peso del racimo se ve influenciado por la densidad de plantación, cuando es menor los racimos presentan mayor peso y a su vez se ve influenciado por la abundancia en nutrientes y agua.

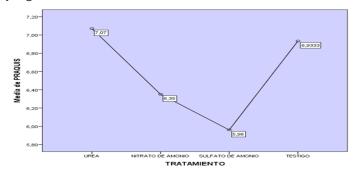


Figura 12. Variable peso del raquis.

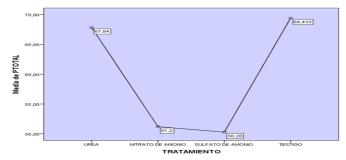


Figura 13. Variable peso total del racimo.

Ratio, En la figura 14 se evidencia que el ratio procesado resultó más elevado para los tratamientos T1 y T4 con 1.4 racimo/caja, sin embargo, el T2 y T3 presenta una media de 1 racimo/caja, el ratio es aceptable en los tratamientos a pesar de haber recibido solo 8.3 g de fertilizante químico con un bajo costo.

Peso total de manos, Los tratamientos T1 y T4 se encuentran con una media entre 61 a 62 libras en peso total de manos, el T3 con una media de 46.32, el T2 con una media de 47.97 libras, se debe mencionar que esta variable es la más importante y demuestra la productividad de cada planta, se evidencia que aplicando la

fertilización inyectada al pseudotallo el racimo aprovecha mejor todos los nutrientes (figura 15).

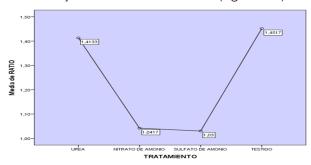


Figura 14. Variable del Ratio.

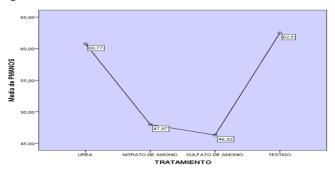


Figura 15. Variable de peso de manos del racimo.

Peso mano de sol, Se aprecia que la media de los tratamientos T1 y T4 se encuentran en peso de 9.5 a 11.5 libras de mano de sol, el T3 con una media de 7.67 libras y por T2 con una media de 8.64, con esta variable podemos obtener clúster para una caja especial (Figura 16).

Número de manos, Como se evidencia (figura 17) la variable número de manos en el racimo, muestra que el T1 es el que mejor resultados obtuvo entre los tratamientos con una media de 7.6 manos, seguido de T4 con una media de 7.5 compartiendo significancia con el T1, mientras T3 y T2 con media entre 6.5 a 7 de manos, también fueron quienes tuvieron menor peso de racimo y bajo ratio.

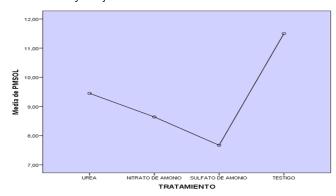


Figura 16. Variable peso de mano de sol.

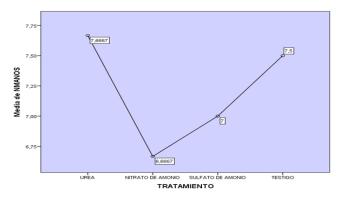
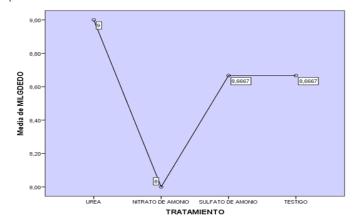
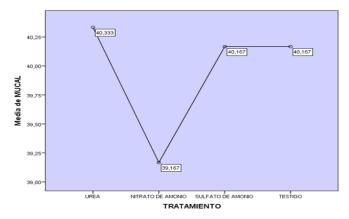


Figura 17. Número de manos del racimo.

Mano inferior, largo del dedo, En la figura 18 apreciamos que el tratamiento T1 muestra un valor de 9.0 pulgadas siendo este un valor máximo en todo los tratamientos, por ende el T2 se obtiene un valor de 8.0 pulgadas siendo este el valor mínimo entre todos, sin embargo existe una homogeneidad de 8.6 pulgadas en el T3 y T4 que se encuentran por encima del valor mínimo, mientras que el T1 sobrepasa la medida de exportación en caja estándar, por lo cual se consideran para caja jumbo por su gran longitud clasifica para su exportación, tanto el T2, T3 y T4 son considerados óptimos para caja estándar 22XU para su exportación, considerando que todos los tratamientos estuvieron en condiciones óptimas. El valor mínimo pudo estar dado a que la planta sufre estrés fisiológico.

Calibración de la mano inferior. Se observa que existe un nivel máximo y mínimo, T1 con valores de 40.33 siendo este el valor máximo, se puede apreciar como el mejor de todos los tratamientos, seguido por el T2 con 39.16 siendo este como unos de los más bajos entre todos, estos racimos fueron cosechadas en la edad máxima de exportación de 12 semanas, presentan una homogeneidad con el T3 y T4 con un valor de 40.16. Resaltar que cada tratamiento permaneció en condiciones óptimas regidas a nivel de exportación internacional.





Figuras 18 y 19. Variable mano inferior largo del dedo y Variable mano inferior largo del dedo.

Mano del sol largo del dedo, En la figura 20 se evidencia que el valor más alto lo aporto el T1 con 10.9 pulgadas, el T2 con 10.25 pulgadas considerado como el valor más bajo entre todos, el T3 obtiene longitudes de 10.75 pulgadas y por último T4 con un valor de 10.41 pulgadas. De acuerdo a los resultados se demuestra que el T1 utilizando fertilizante Urea manifiesta la mejor longitud en el dedo de la mano cosechada.

Calibración de la mano del sol, Se muestra que el mejor tratamiento es el T1 con una media de 45.4° siendo este considerado como valor máximo, sin embargo, T2 muestra 43.6° siendo un valor mínimo entre todos los tratamientos, y T3 con un total de 44.5°, manifestó homogeneidad con T1 y T4 con una significancia de 0.07 considerando su calibración en cosecha (figura 21).

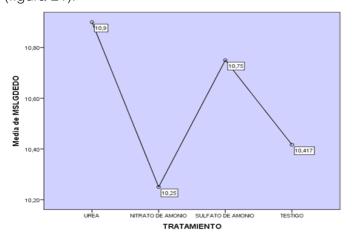


Figura 20. Largo del dedo de la mano de sol.

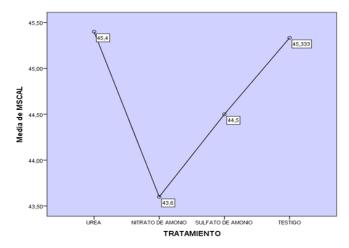


Figura 21. Variable de Mano de sol calibrada

Número de dedos de la mano de sol, Figura 22, se evidencia que el T1 con media de 24.1 dedos resulto el valor mayor, representativo entre todos los tratamientos, el T4 con una media de 22.5, el T3 con un valor de 20.6, y finalmente T2 con un valor de 19.3 dedos, considerado como uno de los valores más bajos de todos.

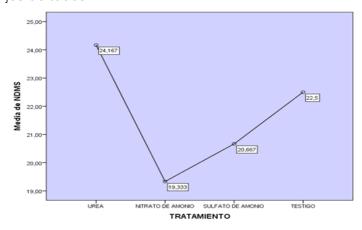


Figura 22. Variable de Número de dedos de la mano de sol.

CONCLUSIONES

El fertilizante nitrogenado en inyección al pseudotallo UREA (T1) fue el mejor, con un peso de racimo de 61 lbs, con una media de 7.6 manos, 24.16 dedos en la mano mejor condicionada, 10.9 pulgadas en largo del dedo de la mano del sol, presentando un hijo sucesivo de mejor vigor y una fruta de alta calidad.

La emisión foliar en la FV (1.2 hoja semanal) y FD (22.4 hojas) resaltó en el T1 y T3, el crecimiento en la FV fue el T3 (0.57 m) con la media más alta en relación a los demás. El crecimiento en la FD fueron el T1 y T2 con una homogeneidad de 2.77 m, mientras que el T4 resultó el más bajo entre los tratamientos. Por lo tanto, las fuentes de nitrógeno aplicadas en el pseudotallo inciden de forma diferente en el desarrollo.

El método usado promueve a reducir la cantidad de fertilizantes, lo cual contribuye a la disminución de

la contaminación en el suelo y la muerte de los microorganismos; al igual que el aprovechamiento del producto aplicado sin pérdidas por volatilización o lixiviación, edáficamente se pierde por lixiviación y escorrentía, a su vez ocasiona acidificación, erosión y compactación del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ecuador. Ministerio de Comercio Exterior. (2017). Informe Sector Bananero Ecuatoriano. https://www.produccion. gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-español-04dic17.pdf
- Gómez Gaviria, A. (2008). Manual de manejo de las diferentes etapas de producción de banano de exportación. http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf
- Martínez Acosta, A. M., & Cayón Salinas, G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs . Gran Enano y Valery). Revista Facultad *Nacional de Agronomia*, **64**(7), 6055–6064.
- Mendieta Alvarez, H. A., & Vargas Salavarria, I. O. (2018). Efecto de combinaciones de abonos orgánicos y minerales sobre la productividad del cultivo de plátano. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Nara, C., & Vera, J. (2004). Relación del número de hojas a floración y hojas perdidas en el ciclo reproductivo con el peso del racimo en plantas de plátano en presencia de Sigatoka negra. Revista dela Facultad de Agronomía, **21**. 1–6.
- Rivera Macias, O. (2016). Determinación de la cantidad de hoja efectiva para el llenado eficiente del racimo de banano. (Examen complexivo). Universidad Técnica de Machala.
- Soto, M. (2008). BANANOS: Técnicas de Producción. Litografía e Imprenta LIL.
- Turner, D. W., Fortescue, J. A., & Thomas, D. S. (2007). Environmental physiology of the bananas (Musa spp.). Brazilian Journal of Plant Physiology, 19(4), 463-484. https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400013
- Vásquez, R. (2017). El impacto del comercio del Banano en el desarrollo del Ecuador. AFESE Temas Internacionales. *53*(53), 167–182.
- Vásquez-Castillo, W., Racines-Oliva, M., Moncayo, P., Viera, W., & Seraguive, M. (2019). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de banano orgánico (Musa acuminata) en el Ecuador. *Enfoque UTE*, 10(4), 57-66.
- Villanueva Cevallos, V., Añasco Correa, C., & Bonisoli, L. (2019). Vista de Introducción de marca de banano orgánico en el mercado ecuatoriano. INNOVA, 1-18.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

DRENCH: EVALUACIÓN DE APLICACIONES MENSUALES DE SOLU-CIONES NUTRITIVAS EN BANANO (MUSA X PARADISIACA L.) Y SUS EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO

DRENCH: EVALUATION OF MONTHLY APPLICATIONS OF NUTRITIVE SOLUTIONS IN BANANA (MUSA X PARADISIACA L.) AND THEIR EFFECTS ON PRODUCTION AND FRUIT QUALITY

Edgar Mauricio Llanos Ríos¹

E-mail: edgar-llanos@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9576-5537

José Nicasio Quevedo Guerrero¹ E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8974-5628

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: rmgarcia@utmachala.edu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Llanos Ríos, E., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2021). Drench: evaluación de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano (Musa X paradisiaca I.) y sus efectos en la producción y calidad de fruto. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 141-152.

RESUMEN

La presente investigación se ejecutó para evaluar el efecto de aplicaciones mensuales de soluciones nutritivas en banano y se efecto en la producción y calidad de fruto mediante drench sobre las plantaciones en desarrollo destinados para exportación de la Granja Experimental "Santa Inés" perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, situada en la provincia de El Oro, cantón Machala, parroquia "El Cambio". En la investigación, se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 1 testigo, aplicados en 40 plantas a evaluar, en parcelas de 1 ha. El análisis estadístico de los datos cuantitativos y cualitativos, se realizó con el software estadístico IBM-SPPSS versión 22 para Windows, ANOVA de un factor y la prueba de Tukey al 0.05 de significancia. Con la realización del estudio se corrobora que el uso de soluciones nutritivas mediante Drench beneficia la producción intensiva del cultivo de banano, ayudando a incrementar el ratio procesado incrementando el número de cajas procesadas por hectárea gracias a la composición de los productos como el Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, los que estimulan, fortalecen y aportan a la planta nutrientes necesarios para su desarrollo y producción, incrementando la rentabilidad del cultivo, acortando ciclos vegetativos del cultivo, incrementando la productividad, el Drench es una técnica que permite aplicar de una manera más soluble los minerales y nutrientes requeridos para la óptima nutrición de las plantas.

Palabras clave:

Soluciones nutritivas, producción, nutrientes, drench.

ABSTRACT

The present research was carried out to evaluate the effect of monthly applications of nutrient solutions on banana and its effect on the production and quality of fruit by drench on the developing plantations destined for export of the Experimental Farm "Santa Inés" belonging to the Technical University of Machala, located in the province of El Oro, Machala canton, parish "El Cambio". In the research, a completely randomized block design was used, with 3 treatments and 1 control, applied on 40 plants to be evaluated, in plots of 1 ha. The statistical analysis of the quantitative and qualitative data was carried out with the statistical software IBM-SPPSS version 22 for Windows, ANOVA of one factor and Tukey's test at 0.05 significance. With the completion of the study, it is corroborated that the use of nutrient solutions through Drench benefits the intensive production of the banana crop, helping to increase the processed ratio by increasing the number of boxes processed per hectare thanks to the composition of products such as Biobonb3, Root Link and H2H, which stimulate, strengthen and provide the plant with the necessary nutrients, These products stimulate, strengthen and provide the plant with the nutrients necessary for its development and production, increasing crop profitability, shortening the vegetative cycles of the crop and increasing productivity. Drench is a technique that allows the application of minerals and nutrients required for optimal plant nutrition in a more soluble form.

Keywords:

Nutritive solutions, production, nutrients, drench.

INTRODUCCIÓN

El banano es un alimento que posee en su composición una diversidad de beneficios para el consumo humano, este se lo ingiere en fresco de manera natural o en platillos gastronómicos, convirtiéndose en una de las frutas más comercializadas a nivel mundial.

La demanda de banano para el año 2018 según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), alcanzó una cifra récord, por ende, la comercialización de esta fruta, quien analizando el mercado se crea la hipótesis que el aumento de la demanda de esta fruta es debido al acrecentamiento de la población en los países, especialmente los consumidores como Estados Unidos, la Unión Europea, Rusia, Japón y China.

Los agricultores tienen la necesidad de mejorar la producción de banano y sus rendimientos, tomando en cuenta la calidad del cultivo y el producto final con el objetivo de satisfacer el mercado.

Ecuador es uno de los países que posee una mayor extensión de producción de banano en América latina y el mundo, pero su rendimiento es uno de los más bajos en cuanto a producción de cajas por hectárea año (Salazar & Del Cioppo, 2015), por lo que es indispensable realizar estudios para mejorar los rendimientos de la producción sin afectar la calidad del producto.

El suelo es un factor importante a tener en cuenta al ejecutar un cultivo comercial, es por ello que debe tener ciertos cuidados como la fertilización, con el fin de que la producción sea adecuada y rentable, la aplicación de soluciones nutritivas son técnicas que permiten brindar a la planta microelementos necesarios para el desarrollo, y pueden emplearse mediante Drench brindando así de una manera más eficaz y rápida los nutrientes que el cultivo necesita.

Los productos como el Geoplus ayudan gracias a su composición al desarrollo del cultivo, el carbón natural brinda nutrientes y minerales a los suelos, otorgando fertilidad y evitando el desgaste, el Fossil Shell Agro, es manual y no tóxico que refuerza el crecimiento de las plantas, fortaleciendo la raíz y combatir contra enfermedades y plagas, el ácido bórico es esencial para todo tipo de plantaciones, el Biobonb3 permite estimular el cultivo, ayudando al metabolismo y sistema inmune de la planta, el Eslabón de raíz, contiene microelementos necesarios para la nutrición vegetal y por último el H2H aporta con nutrición al suelo, ayudando en el crecimiento de las plantas. El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad físico-química de frutos de banano obtenidos de plantas tratadas con soluciones nutritivas aplicadas en Drench y buscar respuesta a la la problemática de baja productividad en el país con respecto a países competidores y la alta demanda de banano de calidad exportable.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental "Santa Inés", ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, El área de estudio, según los registros del INAMHI posee una temperatura promedio de 24°C, una precipitación anual media de 630mm, horas luz promedio de 5 dependiendo de la época, una humedad relativa media de 90%, el suelo posee una textura franca arenosa y franca arcillosa, con un pH neutro de 7. De acuerdo a la zona de vida natural de Holdridge la región corresponde a una zona húmeda tropical.

Productos utilizados, Los productos utilizados corresponden a los siguientes fertilizantes: Geoplus, Carbón natural, Fossil Shell Agro, Ácido Bórico, Biobonb3, Eslabón raíz y H2H.

Material genético, Para la investigación se tomó un total de 40 plantas de banano perteneciente al orden Zingiberales, subgrupo Cavendish, clon Cavendish, ubicado dentro de la plantación. Esta investigación conto en la aplicación mensual de soluciones nutritivas mediante Drench al hijo próximo a la parición, donde se tomó un registro de datos del desarrollo y producción del mismo en cada unidad experimental.

Tratamientos, El área total donde tuvo lugar la investigación fue de 1 ha, se establecieron los tratamientos al azar, con cuatro tratamientos con un número igual de repeticiones en el campo (Tabla 1). El trabajo de campo inició 3 Julio del 2020 con la selección de las plantas y finalizó el 31 de marzo del presente año.

Tabla 1. Tratamientos y composición.

Tratamientos	Composición	Total	Total de plantas
T1	125 cc. Geoplus + 10 l. Agua	10 L.	10
T2	50 g. Carbón Natural + 50 g. Fossil Shell + 10 g. Ácido Bórico + 10 l. Agua 50 cc. Biobonb3 + 50 cc.	10 L.	10
ТЗ	50 cc. Biobonb3 + 50 cc. Eslabón raíz + 50 cc H2H + 10 l. Agua	10 L.	10
T4	TESTIGO		10

La tabla 1 resume la composición y número de plantas que se realizó el presente experimento de tesis, en este caso son 4 tratamientos, cada uno cuenta con 10 repeticiones, en los 3 se utilizaron diferentes dosis de fertilizantes orgánicos y químicos disueltos en 10 litros de agua cada uno, el último T4 es el testigo el cual permitirá medir la influencia de la aplicación de las soluciones nutritivas mediante Drench y definir cuál es el más óptimo.

Identificación del área experimental, Para la realización del trabajo se seleccionó 1 lote de 1 ha que

se centran en la producción de banano convencional, cuya producción inició desde hace 5 años.

Selección del material genético, Para realizar el ensayo se seleccionó 40 plantas próximas a la parición, las cuales fueron tomadas al azar. Las plantas fueron identificadas con etiquetas de colores azul, verde, rojo y blanco, las mismas que fueron colocadas a un costado del pseudotallo, en donde se señaló el tipo de tratamiento y el número de la planta, además se procedió al registro del número de repetición y demás datos relevantes para la investigación.

Preparación y mezcla de los tratamientos, Se procedió a realizar la medición y cálculo de las cantidades exactas de los componentes de cada tratamiento a aplicar, mediante lo cual se describe a continuación:

Tratamiento 1

- Se midió 125 cc. Del producto Geoplus.
- El Geoplus se disolvió con 10 l. de agua.
- Se coloca en un tanque de bomba de fumigación.

Tratamiento 2

- Se pesó 50 g. Carbón Natural molido.
- Se aplicó 50 g. Fossil Shell Agro.
- Se añadió 10 g. Ácido Bórico.
- Los productos luego se disolvieron en 10 l. de agua.
- Se procedió a colocar en el tanque de bomba de fumigación.

Tratamiento 3

- Se escogió 50 cc. de Biobonb3.
- Luego se añadió 50 cc. de Eslabón raíz.
- Se agregó 50 cc del producto H2H.
- Por último, estos se disolvieron en agua.
- Se colocó en una bomba de fumigación manual.

Los tratamientos T1, T2 y T3, se diferencian por contener diferentes dosis con diferentes productos cada uno, pero disueltos en la misma cantidad de agua para los 3, mientras que el T4 es el testigo.

Aplicación de los tratamientos en la planta, La aplicación se la realizó a la planta madre seleccionada, próximo a la parición y al hijo para su desarrollo, mediante una bomba de fumigar manual directamente en el suelo, a unos 25 cm de diámetro del mismo, con la técnica de media luna, esto se lo realizó 1 vez al mes, previo a la aplicación del producto se tomó una muestra de las raíces al primer mes y al último mes de la planta, seleccionando un total de 12 plantas al azar, es decir, 3 por cada tratamiento.

Manejo agronómico y labores culturales, En el transcurso de esta investigación se realizaron las siguientes labores culturales.

Control de maleza, El control de malezas estuvo a cargo de un trabajador de la granja y esta labor se realizó cada 2 semanas, con el fin de controlar las malas hierbas del cultivo.

Deshoje, La actividad se llevó a cabo 1 vez a la semana con el objetivo de eliminar hojas no funcionales de las plantas, un trabajador relacionado a la granja se ocupó de esta labor.

Enfunde, encinte desflore y Deschive, El enfunde se realizó cuando la bellota emergió del pseudotallo y la misma contaba con una semana de desarrollo, mediante la cual un trabajador encargado se ocupó de la colocación de la funda con una cinta de color diferente con el fin de identificar la edad y madures del racimo, pasado 4 días se procedió a realizar el desflore y luego de una semana se realizó el deschive el racimo.

Cosecha, Llegado el tiempo de madurez y calibración adecuada, se procedió a cortar con un podón el racimo de manera cuidadosa a fin de que el fruto no sufra maltrato y daño, y este se ubicó en la "cuna" para ser trasladado hacia la empacadora para su revisión de calidad, en donde se midieron variables como el número de manos, peso del racimo, peso de raquis, grado de dedos de la última mano y por ultimo grados Brix de fruta verde.

Variables evaluadas, Se evaluaron las siguientes variables tomadas para el ensayo desde la parición hasta la cosecha.

Muestra de raíz al primer y último mes, Una vez seleccionada la planta a aplicar el tratamiento, se realizó un muestreo de las raíces de 12 plantas elegidas al azar, en la que se consta 3 de cada tratamiento, a fin de determinar el estado del sistema radicular de la planta.

Días a la parición, Se procedió a registrar los días desde la aplicación de las soluciones nutritivas en plantas próximas a la parición hasta que empezó la florescencia y emergió la bellota por lote y por tratamiento y se calculó el total de días transcurridos.

Altura del hijo a la parición, Se identificó semanalmente el crecimiento de la planta desde la aplicación de la solución nutritiva hasta la parición por lote y por tratamiento.

Número de hojas a la parición, Se contabilizó el total del número de hojas funcionales de las plantas a la parición.

Días desde parición hasta la cosecha, Se registraron los días desde la aparición de las plantas hasta la cosecha por lote y por tratamiento y se calculó el total de días transcurridos.

Altura de la planta a la cosecha, Se tomó el total en centímetros de la altura de la planta a la cosecha.

Altura del hijo a la cosecha, Se identificó semanalmente el crecimiento de la planta desde la inflorescencia hasta el día de la cosecha, por lote y por tratamiento.

Número de hojas a la cosecha, Se contó el número de hojas totales con el que constaba la planta a la cosecha.

Número de manos, Se procede a la contabilización y registro del número de manos por racimo y por tratamiento, de manera directa, una vez que el racimo se encontraba en la empacadora.

Peso del racimo, Se procedió con la toma del peso del racimo en libras una vez cosechado y trasladado a la empacadora, en donde se lo sujetó en una balanza colgante para el registro del peso.

Peso del raquis, De igual manera como el peso del racimo, se procedió a la toma del peso en libras del raquis una vez realizado el desmane, este se lo realizó con la ayuda de una balanza colgante.

Grado de dedos de la mano sol, Una vez el racimo en la empacadora, se procedió a la toma del grado de los dedos de la mano sol, con la ayuda del calibrador.

Grado de dedos de la última mano, De igual manera que la mano sol, se procedió a la toma del grado del dedo central de la última mano con la ayuda del calibrador.

Grados °Brix de fruta verde. Se procedió a cortar un dedo de la mano sol de los racimos cosechados, y se aplicó una gota de este en el refractómetro para realizar la lectura de los °Brix.

Las variables de la altura y la emisión foliar del hijo son variables directas que representan en el desarrollo del cultivo de banano, y estas se las tomó semanalmente hasta la emisión de la florescencia, mientras que las variables a la cosecha están directamente relacionadas a la producción y fueron tomadas al momento de la cosecha.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2 de análisis de ANOVA de un factor de las siguientes variables muestra que no existe significancia porque sus valores no son menores al valor (p=0.05) en ningunas variables según el análisis estadístico.

Tabla 2. ANOVA de un factor.

ANOVA DE UN FACTOR												
Variable	DA	AH	NHP	DC	AHC	NHC	NM	PR	PRQ	GDMS	GDUM	GBFV
Sig	,416	,172	,690	,553	,088	,155	,401	,356	,229	,599	,907	,815

La figura 1 nos muestra los resultados del muestreo realizado a 3 plantas al azar de los 4 tratamientos aplicados al primer mes de la investigación, que las raíces muertas cuentan con un porcentaje mayor a las vivas, siendo el T3, el que posee mayor cantidad de raíz muerta, mientras que el T1 y T2 poseen mayor cantidad de raíces vivas al primer mes de la aplicación de las soluciones nutritivas.

Según Blomme, et al. (2006), el sistema radical influye en el crecimiento del cormo, el pseudotallo, y la emisión de las hojas, para lo cual es necesario una buena fertilización y riego, para que el sistema radical crezca y se distribuya correctamente, para que pueda conducir nutrientes a la planta.

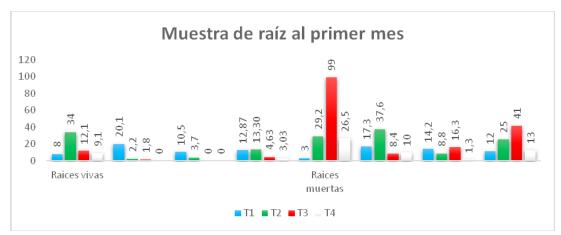


Figura 1. Variable muestra de raíz al primer mes.

En el muestreo realizado a las 3 plantas al azar de los 4 tratamientos aplicados al último mes de la investigación, se puede observar que el T3, según la figura 2 es el que mejor asimilación de la solución nutritiva a resultado, pues el sistema radicular ha vitalizado y se encuentra en el primer lugar al encontrarse con mayor porcentaje de raíces vivas, seguido del T2 y luego por el T1, mientras que, el testigo es el que posee la mayor cantidad de raíces muertas. Coincidiendo con autores como Cedeño (2017), donde el tratamiento compuesto por Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, mejoró el sistema radicular y su desarrollo.



Figura 2. Variable muestra de raíz del último mes.

Como se muestra en la figura 3 en esta variable, respecto a los días a la parición el tratamiento 3 compuesto por Biobonb3, Eslabón raíz y H2H se demuestra que acortó el ciclo de los días hasta la parición lo cual resulta beneficioso. El T1 a su vez también refleja un menor tiempo de espera hasta la parición, no obstante, el T4 que es el testigo y el T2 arrojaron mayores días a la parición, por lo cual se puede interpretar que el uso de los bioestimulantes, el quelato orgánico y el H2H aplicados directamente al suelo de manera soluble, permiten una mejor absorción de nutrientes, provocando un buen crecimiento y estimulando la florescencia, concordando con Mendoza (2015), que concluye en su trabajo de investigación que los bioestimulantes influyen a una mejor la producción.

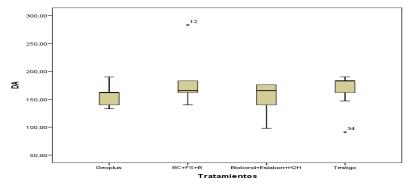


Figura 3. Medias y cuartiles para días a la parición (DA).

El tratamiento 1 constituido por Geoplus, enraizador orgánico que asiste en el crecimiento y desarrollo del cultivo, se destacó por tener la mayor altura del hijo al momento de la parición con una media de 1,40-1,45 m, concordando la investigación del autor (Quezada, 2015) que concluye que la composición de fosforo y aminoácidos, compuestos del Geoplus, afectan potencialmente al crecimiento de las plantas, pues este producto, aporta mediante la aplicación edáfica, por drench o fertirrigación a distribuir nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta y llenado del fruto. Además, se puede observar en la figura 4 que el T3 se encuentra con un total de 1,30-1,35m, ocupando el segundo lugar y como tercer y cuarto puesto están los T4 y T2 con valores que oscilan de 1,20-1,25 m, en cuanto a la altura del hijo a la parición.

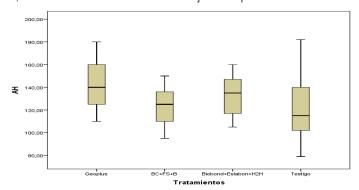


Figura 4. Medias y cuartiles para altura de hijo a la parición (AH).

Rivera (2016), en su investigación, el número de las hojas a la parición influye en el llenado y desarrollo del fruto, ya que con las hojas funcionales se puede obtener un fruto de calidad exportable en las primeras 6 semanas, con una cantidad de 10 hojas mínimas, siendo así que como se refleja en la figura 5, se puede observar que el T2 y el T1 obtuvieron los mayores números de hojas con medias de 10 a 10,20 hojas por planta, no así con los T3 y T4 los cuales resultaron con 9,8 hojas. Los componentes de los 2 primeros tratamientos que son Geoplus para el primer tratamiento y el Carbón, Fossil Shell Agro mezclado con Ácido Bórico respectivamente denotan un impacto en cuanto a esta variable.

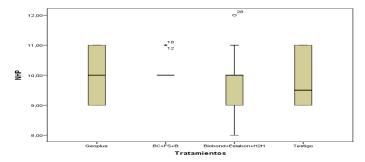


Figura 5. Medias y cuartiles para número de hojas a la parición (NHP)

La fase reproductiva de la planta de banano según Vargas, et al. (2017), manifiestan que tiene una duración aproximada de 84 días a cosecha, es decir desde que emerge la inflorescencia hasta que es cortado el fruto, por lo que en esta variable como se visualiza en la figura 6 todos los tratamientos se encuentran en el rango correcto, pero vale destacar que el primer lugar en días desde la parición hasta la cosecha lo obtuvo el T3 con una media de 69,5 días, esto quiere decir que se acortaron los días, lo cual se traduce a que el productor cosechará en menos tiempo a los racimos de banano, significando así que llegará su producto con prioridad al mercado, haciendo que su demanda crezca y sea rentable. Los componentes de este tratamiento influenciaron en esta variable pues el Biobonb3, Eslabón raíz y H2H, son productos que aportan a la planta nutrientes y estimulantes necesarios para acelerar la producción. En segundo lugar, se encuentra el T2 con una media de 70 días, el Testigo tuvo el 3 puesto con cerca de 72 días y finalmente está el T1 con 73,5 días.

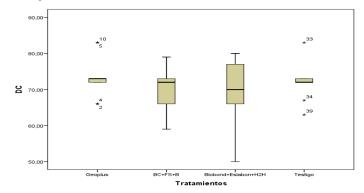


Figura 6. Medias y cuartiles para días desde la parición hasta la cosecha (DC)

Las figuras 7 y 8 demuestran la altura en centímetros del crecimiento de la planta mediante desde el inicio del experimento hasta la cosecha de las mismas. Se puede observar en la figura 8 las alturas de las plantas al iniciar el experimento, obteniendo un resultados promedio similar en centímetros en cada tratamiento, sin embargo, en la figura 9, se puede observar la varianza de las alturas de las plantas en la cual el T1 influenció mayormente en la altura de las plantas a la cosecha, coincidiendo con la variable de altura del hijo a la parición, pues el producto afecto en el desarrollo de la planta madre próxima a la cosecha, como a la altura del hijo, tal y como se lo mencionó anteriormente, por los compuestos de fosforo y aminoácidos, como lo manifiesta el autor (Quezada, 2015).

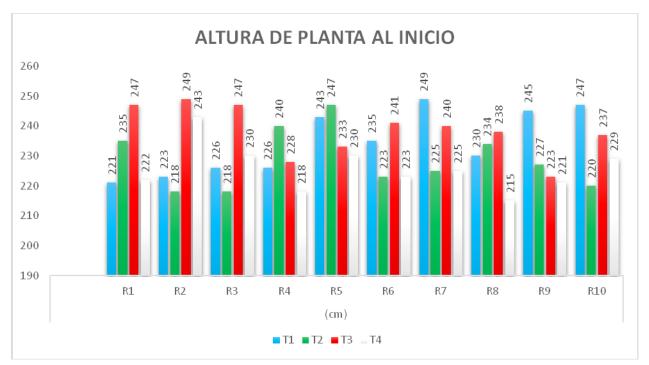


Figura 7. Variable de altura de la planta inicial.

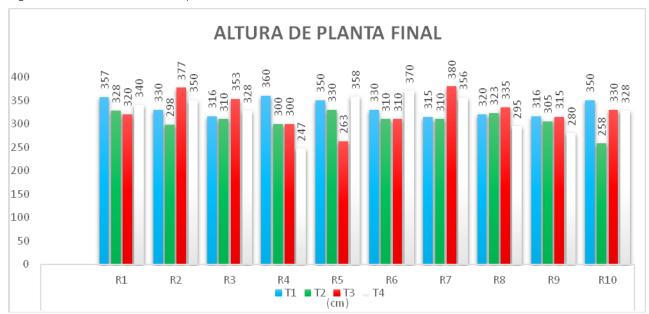


Figura 8. Variable de altura de la planta final.

Como muestra la figura 9 la mayor altura a la cosecha lo consiguió el T1 con un aproximado de 2m, seguidamente el T3 y el testigo con medias de 1,92m y 1,85m respectivamente, el T2 obtuvo una altura de 1,75.

El Geoplus, nuevamente influyó en esta variable, otorgando al hijo un mejor desarrollo respecto a los otros tratamientos, gracias a su fórmula, además al ser un enraizador, permite un adecuado desarrollo de la raíz, logrando convertirlas en un buen sostén de la planta, además ayuda a una mejor nutrición a los cultivos, permitiendo así su crecimiento y desarrollo según lo manifestado por los autores (Blomme, et al., 2006).

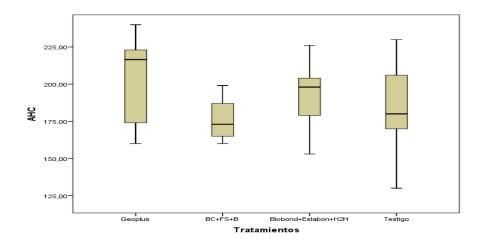


Figura 9. Medias y cuartiles para altura de hijo a la cosecha (AHC)

Al momento de la cosecha los tratamientos 1, 2 y 3 mostraron similitud en el número de hojas con medias de 6,90 a 7; no así el testigo el cual dio como resultado 6,30 hojas. Como se mencionó anteriormente esta variable incide directamente en el fruto, en este caso mientras menor sea el número de hojas provoca que el banano se convierta en "crema" o "pulpa amarillenta", afectando así su calidad, los autores Martínez & Cayón (2011), mencionan que las hojas cumplen la función de reservar materia seca que a su vez sirve para el llenado del fruto, y en la etapa de floración estas incrementan un porcentaje en comparación con el pseudotallo, para ayudar así al desarrollo del fruto y en etapa de cosecha la misma disminuye, ya que el fruto es el encargado de receptar mayores nutrientes para su desarrollo.

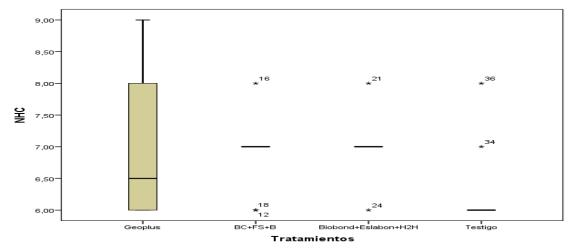


Figura 10. Medias y cuartiles para número de hojas a la cosecha (NHC).

En esta variable como se denota en la figura 11 a continuación, el mayor promedio de número de manos lo obtuvo el T3 con 6,2 manos por racimo, mediante la cual la influencia de los productos aplicados en la solución nutritiva se ve reflejados en este tratamiento; seguido por el Testigo y el T1 con 5,70 manos y por último lugar se encuentra el T2 con 5,60 manos. Esta variable se ve reflejada en el número de cajas que se elaboren, ya que si hay un mayor número de manos por racimo se producirán más cajas lo cual resultaría rentable para el productor. Con respecto a esta variable, las soluciones nutritivas influyen en el número de manos del racimo, tal y como lo manifiesta el autor Urban (2014), en su investigación, pues al ser los nutrientes disueltos y aplicados mediante drench los componentes son mejor asimilados por las raíces de la planta, ayudando así en el desarrollo, como ha sido el caso del Biobon3, Eslabón raíz y el H2H.

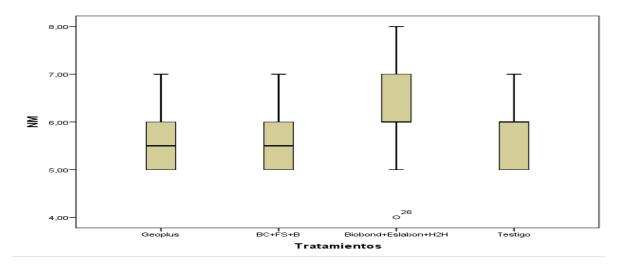


Figura 11. Medias y cuartiles para número de manos de racimo (NM).

En la figura 12 se puede observar las medias y cuartiles de los diferentes pesos de los racimos en los tratamientos, en el cual predomina el T3 con un peso de 48 libras, en segundo lugar, se ubica el testigo y el T1, con medias que se encuentran entre 45 y 44 libras respectivamente y por último está el T2 que cuenta por un peso de 40 libras. La variable del peso del racimo, va ligada directamente con el número de manos del racimo a la cosecha, pues mientras mayor número de manos, mayor peso en el racimo, por lo que se concuerda con el autor (Urban, 2014).

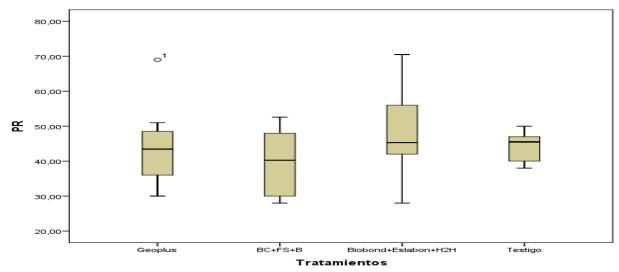


Figura 12. Medias y cuartiles para peso del racimo (PRC).

El peso del raquis fue mayor en el tratamiento 3 con una media de 4,35 libras, seguido por el T1 por cerca de 4 libras, el testigo ocupa el tercer lugar con 3,80 libras y finalmente el T2 con 3,45 aproximadamente. Esta variable se ve influenciada por el número de manos y peso del racimo, ya que este componente forma parte del racimo de manera directa, y esto denota como menciona el autor Jaramillo (2020) que mediante el raquis pasan los elementos y nutrientes para el llenado del fruto, por lo que la aplicación de la solución nutritiva en combinación de Biobon3, Eslabón Raíz y H2H, mostró un mejor resultado en la aplicación del producto, así mismo el Geo plus (Figura 13).

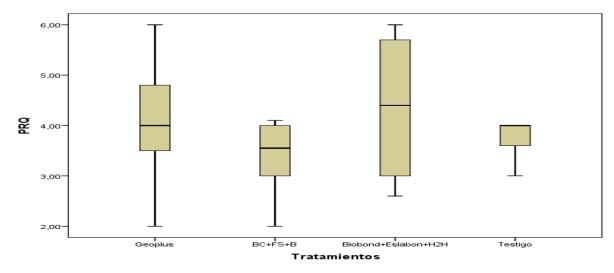


Figura 13. Medias y cuartiles para peso del raquis (PRAQ).

La literatura menciona que los valores promedios en la calibración oscilan entre 39° y 47°, en este caso todos los tratamientos se encuentran dentro de este rango, siendo así que el T1 tiene 46,10°; tanto el testigo como el T2 poseen el mismo número de grado que es 46 y por último está el T3 con 45,90°, Con respecto a esta variable, se puede observar que el Geo plus, aplicado mediante drench, tuvo mejor grado en los dedos de la mano sol, haciendo que la cosecha obtenga la calidad exportable, según Lema (2012), la función de los enraizantes, influyen en el desarrollo y el funcionamiento del sistema radicular, la misma aportan para el crecimiento y desarrollo tanto de la planta como del fruto (Figura 14).

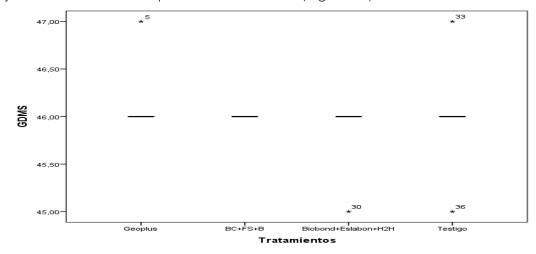


Figura 14. Medias y cuartiles para dedos de la mano del sol (GDMS).

Con respecto a la variable del grado del dedo de la última mano, se puede apreciar en la figura 15 que todos los tratamientos se encuentran en el rango acorde a la calidad exportable, tal y como lo estipulan las normas de exportación emitidas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, existiendo una similitud entre los tratamientos 2, 3 y el testigo con un valor de 39 grados, mientras que el tratamiento 1 varía de los otros mínimamente con 38, 90°.

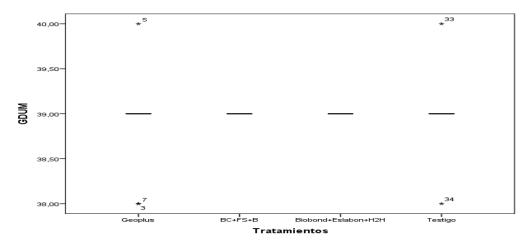


Figura 15. Medias y cuartiles para grado de dedos de la última mano (GDUM).

Como se visualiza el mayor grado °Brix que posee es el tratamiento 2 con un valor de 16,40; (Figura 16) seguido por el T1 con 16,30, bajando al T3 con 16,10 grados y por último al testigo con el promedio de 15,90. Esta variable está relacionada directamente con el estado de madurez de esta fruta, ya que influye sobre la vida verde o habilidad de almacenamiento de la misma, durante largos períodos de tiempo, a su vez esta variable también tiene relación con los estándares de calidad para el consumo humano, pues influye directamente en la calidad del banano química para la exportación, pues se puede conocer el grado de azúcar que posee la fruta (Arrieta, et al., 2006).

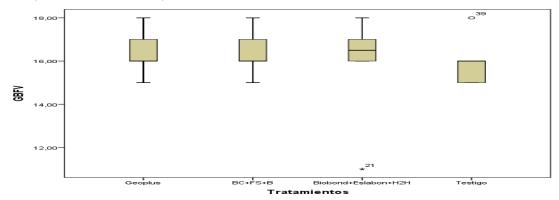


Figura 16. Medias y cuartiles para grado °Brix en fruta verde (GBFV).

CONCLUSIONES

Se evidencia que el T3, compuesto por el bioestimulante Biobonb3, el enraizante Eslabón Raíz, y el fertilizante líquido H2H disuelto en diez litros de agua, fue superior a los demás tratamientos, en cuanto a eficiencia de productividad, pues este influyó en el sistema radicular de la planta, el tiempo de parición y cosecha del fruto, además que resultó mayor número de manos a la cosecha, llegando a la conclusión que con el uso de este tratamiento aplicado mediante Drench puede generar mejores rendimientos ya que se acortan los ciclos de producción.

En relación a la calidad física del banano, se concluye que los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron que el grado de los dedos de la mano del sol y los grados de los dedos de la última mano, están dentro de los requerimientos de calidad exigidos por los países consumidores, es decir, se cosecharon frutos de calidad exportable.

Todos los tratamientos aplicados tuvieron influencia en las características bioquímicas del fruto, evidenciándose que los grados Brix que estadísticamente no presentaban significancia, pero que, si se pudo apreciar valores distintos en cada tratamiento estudiado, presentando el promedio más bajo el tratamiento testigo con 15,90 Brix, este parámetro influye directamente en la calidad sensorial al llegar el estado de madurez organoléptica de la fruta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, A. J., Baquero, U. M., & Barrera, J. L. (2006). Caracterización fisicoquímica del proceso de maduración del plátano 'Papocho' (Musa ABB Simmonds). Agronomía Colombiana, 24(1), 48-53.
- Blomme, G., Swennen, R., Ortiz, R., & Tenkouano, A. (2006). Sistema radical y crecimiento de brotes de banano (Musa spp.) en dos zonas agroecológicas de Nigeria. Revista InfoMusa, 15(1-2), 18-23.
- Cedeño Sánchez, E. S. (2017). Efectos de estimulantes orgánicos y fertilización potásica sobre la resistencia a Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis) y producción en el cultivo de banano (Musa paradisiaca) en el cantón Buena Fe. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Jaramillo Pillajo, L. J. (2020). Evaluación de microorganismos eficientes para acelerar la descomposición de residuos en banano (Musa paradisiaca). (Trabajo de titulación). Universidad Agraria del Ecuador.
- Lema Ramos, L. E. (2012). Evaluacion de la eficacia de seis enraizadores y dos sustratos para la propagacion de ramillas de café Robusta (Coffea Canephora) en vivero, canton Francisco De Orellana, provincia de Orellana. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Martínez Acosta, A. M., & Cayón Salinas, D. G. (2011). Dinámica del Crecimiento y Desarrollo del Banano (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery). Revista Fac. Nal. de Agronomía, 2(64), 6055-6064.
- Mendoza Corro, E. L. (2015). Eficiencia de la aplicación de bioestimulantes por medio de inyección, al drench de la planta y nivel foliar en el cultivo de banano (Musa sp.) Valencia, Provincia de los Ríos. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Análisis del mercado del banano Panorama general de febrero de 2020. FAO. http://www.fao.org/3/ca9212es/ca9212es.pdf
- Quezada, A. E. (2015). Efecto de un fertilizante orgánico en la prodducción de banano en el cantón Balao, provincia del Guayas. (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala.
- Rivera Macias, O. (2016). Determinación de la cantidad de hoja efectiva para el llenado eficiente del racimo de banano. (Examen complexivo). Universidad Técnica de Machala.
- Salazar Veloz, R., & Del Cioppo Morstadt, J. (2015). Euador: Exportación de banano (Musa sp.). Universidad Agraria del Ecuador.

- Urban Viejo, N. W. (2014). Aplicación de soluciones nutritivas inyectadas y en drench más la adición de leonardita en el cultivo de banano (Musa AAA) variedad Williams. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil.
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). Ficha técnica cultivo de banano. Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

ANÁLISIS DE LOS COSTOS DE LA PRODUCCIÓN BANANERA DU-RANTE LA PANDEMIA DEL COVID - 19, PROVINCIA DE EL ORO, PERIODO 2020

AN ANALYSIS OF BANANA PRODUCTION COSTS DURING THE COVID-19 PANDEMIC, EL ORO PROVINCE, 2020 PERIOD

Samuel Efraín Chuquirima Espinoza¹

E-mail: schuquirima@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6018-8023

Víctor Alberto Betancourt Gonzaga¹ E-mail: vigonzaga@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4175-8155

Robert Bolívar Chávez Cruz¹

E-mail: rbchavez@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5253-6347

¹ Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Chuquirima Espinoza, S. E., Betancourt Gonzaga, V. A., & Chávez Cruz, R. B. (2021). Análisis de los costos de la producción bananera durante la pandemia del COVID - 19, provincia de El Oro, periodo 2020. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 153-158.

RESUMEN

La producción bananera, es uno de los sectores económicos más importante del Ecuador, debido al aporte que brinda en materia de tributos y plazas de empleo para miles de familias a lo largo de las provincias donde se produce la fruta; el objetivo de la investigación, centra su atención en analizar cómo ha impactado la crisis sanitaria del COVID - 19 en los costes de producción, debido a restricciones de movilización, cierre de algunas empresas proveedoras, entre otros factores que tienen relación directa con las actividades bananeras; su metodología es de carácter descriptiva al aplicar el instrumento de recolección de información de la encuesta y analítica al realizar un estudio de las cifras económicas que reposan en algunas entidades de control como el Ministerio de Comercio Exterior y similares; entre los principales resultados se destaca que si hubo un impacto negativo en el normal desarrollo de las operaciones, debido a que hubo producción que tuvo que ser vendida a menor precio para minimizar el impacto de no poder sacar la mercadería al exterior en determinados momentos; además, se concluye en la necesidad de que las autoridades tomen las medidas necesarias y pertinentes para solventar en el menor tiempo la economía local y nacional de todos los sectores estratégicos.

Palabras clave:

Producción bananera, tributos, costes, restricciones.

ABSTRACT

Banana production is one of the most important economic sectors in Ecuador, due to the contribution it provides in terms of taxes and jobs for thousands of families throughout the provinces where the fruit is produced. This research focuses its attention on analyzing how the COVID-19 sanitary crisis has impacted production costs, due to mobilization restrictions, closure of some supplier companies, among other factors that are directly related to banana activities. Its methodology is descriptive in nature for it applies information gathering techniques such as the survey; it is also analytical by carrying out a study of the economic figures available in some control entities such as the Ministry of Foreign Trade and the like. Among the main results, it is highlighted that there was a negative impact on the normal development of operations, because there was production that had to be sold at a lower price to minimize the impact of not being able to take the goods abroad at certain times. In addition, it is concluded that the authorities need to take the necessary and relevant measures to finance in the shortest time the local and national economy of all strategic sectors.

Keywords:

banana production, taxes, costs, restrictions.

INTRODUCCIÓN

La crisis sanitaria afectó a todos los sectores de la economía global, siendo un factor no previsto incluso por las grandes empresas que cuentan con planes de contingencia (Inca & Inca, 2020), pero que ante el efecto negativo que ocasionó, no fueron suficientes para que las empresas sufran pérdidas importantes por las medidas que se tomaron en cada país para disminuir el contagio y proteger a la población en general (Guerrero, 2020).

El presente trabajo tiene como objetivo analizar las principales incidencias del COVID 19 en la producción bananera de la provincia de El Oro, capital mundial del banano, originadas por las acciones desde el gobierno central como la restricción vehicular, aislamiento forzado, incremento de los costos de producción y similares (Luna, 2020) que repercutieron en disminución de las ventas, despidos de personal, reducción de las exportaciones e incremento en la adquisición de los insumos necesarios para la producción (Trilla, 2020).

La metodología es de carácter descriptivo, utilizando la encuesta para obtener los datos primarios de los responsables del manejo económico de las empresas bananeras de la provincia de El Oro, quienes con bases de datos numéricos pudieron solventar las inquietudes del impacto de la crisis sanitaria en la producción durante el año 2020.

A nivel del planeta se comercializa dos tipos de bananos, el de cocción como es el plátano y el banano para postres o dulces, la producción y exportación del banano para postres ha incrementado circunstancialmente, entre los años 1985 al 2000 la producción mundial de banano aumento un 49% de 42.5 millones a 63.4 millones de toneladas, la producción de esta fruta se da principalmente en América Latina (Ecuador, Colombia, Costa Rica) es la región exportadora más grande seguida por África y Asia (Serrano, et al., 2017).

La característica de los suelos planos de la costa ecuatoriana, la agricultura, los recursos naturales y las instalaciones dejadas por los productores del cacao ayudaron a los comerciantes a incrementar las hectáreas de producción de banano Grosh Michel, también se producía en menores cantidades en la sierra ecuatoriana (Capa & Flores, 2017).

Al finalizar la década de 1940 el Ecuador incremento el cultivo de banano Grosh Michel ubicándose en primer lugar de productores con un 20% de las exportaciones mundiales de banano (Martínez, et al., 2015), de los cuales el 60% se exportaba al mercado de los Estados Unidos en la década de los 60, a principios de la década de los 70 la producción del banano en Ecuador bajo a menos del 50% esto debido al nuevo auge de producción del crudo del petróleo, que

se convertía en el principal producto de exportación y de mayores ingresos para el país. Los productores privados tomaron la decisión de producir banano Cavendish, siendo este el de mayor producción hasta la actualidad (Ecuador. Ministerio de Comercio Exterior, 2019).

La producción del banano desde 1997 ha sido estable manteniendo un porcentaje de exportación considerable y que aporta al Producto Interno Bruto PIB, los países desarrollados como Estados Unidos, Canadá, Japón, China, Unión Europea, medio Oriente, Europa del Este, Reino Unido, Oceanía son los principales mercados del banano ecuatoriano. Las principales empresas privadas que exportan el banano ecuatoriano son UBESA (Dole), REYBAMPAC, FRUTADELI S.A., COMERSUR CIA. LTDA., AGZULASA S.A. y SABROSTAR (Gómez, et al., 2017).

Tabla 1. Principales destinos de exportación de banano de enero a marzo 2019.

N°	Destino	% de exportación
1	Unión Europea	29.80%
2	Rusia	23.10%
3	Medio Oriente	12.70%
4	Estados Unidos	11.00%
5	Cono Sur	6.00%
6	Asia Oriental	7.70%
7	Europa del Este	5.40%
8	África	2.90%
9	Oceanía	0.40%
10	EFTA	1.00%
TOTAL		100.00%

En el 2017 (Tabla 1) la producción y exportación de banano representa el 2% del PIB del Ecuador, los procesos actuales de producción, cosecha y exportación generan empleo e ingresos para más de un millón de familias ecuatorianas que se encuentran distribuidas principalmente en las 9 provincias que se dedican a la producción del banano, de esta manera se puede determinar que el sector bananero es uno de los pilares fundamentales en la economía del país, el cual ayuda a la reducción de la pobreza en los sectores rurales.

Las exportaciones para el año 2018 a nivel mundial llegaron a 19.20 millones de toneladas, de las cuales 6.64 millones de toneladas fueron exportadas por nuestro país, lo que representa el 34.86% de las exportaciones mundiales, gran parte de estas producción pertenece a los pequeños productores, a hectáreas de empresas familiares que mantienen el 78% de la producción de banano ecuatoriano. La producción

del banano se encuentra asentadas principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, estas provincias generan el 91% de la producción total del país

Para el año 2019 se siembran 4 mil hectáreas nuevas de banano y se resembraron 4 mil hectáreas más, obteniendo un total de 8 mil hectáreas lo que generó un mayor volumen de producción y exportación para el año 2020 lo que demuestra que el sector bananero se mantiene y la inversión va creciendo a pesar de los diferentes problemas que ha tenido que enfrentar desde sus inicios. Todas de las empresas bananeras han implementado sistemas de control de plagas, monitoreo entre otras para mejorar la producción y la exportación de la fruta. En la actualidad el país produce 33.012.443 cajas de banano, ubicando al Ecuador como el principal proveedor de la fruta a nivel mundial (Ecuador. Ministerio de Comercio Exterior, 2019).

Tabla 2. Evolución de exportación de banano mensual del 2016 al 2020 Valores expresados en caja.

MES	2016	2017	2018	2019	2020
ENERO	29.699.827	32.648.734	32.528.428	31.769.012	37.670.960
FEBRERO	27.534.692	27.588.366	28.317.920	29.598.329	33.649.615
MARZO	26.943.641	28.771.243	32.492.798	33.907.855	33.019.699
ABRIL	29.281.484	28.251.629	33.200.024	32.358.742	35.799.490
MAYO	27.906.485	27.105.059	29.615.292	30.694.883	35.450.941
JUNIO	23.703.226	25.124.395	24.994.391	29.060.296	28.377.658
JULIO	25.376.214	27.812.550	27.091.898	25.688.739	26.356.694
AGOSTO	23.861.544	24.767.805	26.844.976	27.265.904	30.321.514
SEPTIEMBRE	24.780.016	25.299.584	27.151.841	27.990.986	26.338.188
OCTUBRE	25.628.339	26.408.219	27.219.433	25.487.081	28.122.246
NOVIEMBRE	24.914.861	23.506.371	28.003.734	30.725.737	32.373.667
DICIEMBRE	29.461.798	29.116.360	33.101.433	32.455.835	33.012.443
TOTAL	319.092.127	326.400.315	350.562.168	357.003.399	380.493.115
Variación		7.308.188	24.161.853	6.441.231	23.489.716
%		2,29%	7,40%	1,84%	6,58%

Fuente: ACORBANEC/DATACOMEX/BANASTAT

Al crecimiento de la producción bananera (Tabla 2) el estado ha buscado diferentes formas de controlar la explotación laboral en el sector del banano (Lalangui & Eras, 2019), debido a que gran parte son empresas familiares y en los primeros años de este siglo se encontraba gran índice de trabajo infantil, como también trabajadores informales, por lo que en el año 2015 el Ministerio de Trabajo publica el Acuerdo Ministerial N° MDT-2015-0233 en el cual da vida al contrato exclusivo para el sector agropecuario, florícola y bananero, lo que permite regular la actividad laboral en el sector bananero. El estado de igual manera elaboró un Programa de Desarrollo de la Productividad de los Pequeños Bananeros, el cual se direcciona en alentar a los productores a investigar e incentivar a la producción orgánica del banano de tal manera que se reduce la utilización de químicos, lo que permitió abrir nuevos mercados de exportación al tener un producto que pase los estrictos controles de calidad solicitados por mercados como lo es la Unión Europea (Escandón, et al., 2018).

A pesar de la caída de la economía en muchos países del mundo debido a la pandemia del COVID, el sector bananero fue uno de los productos que se mantuvo en producción continua manteniendo protocolos de bioseguridad e higiene, desinfección efectiva aplicadas en las áreas de producción y empaque para la exportación del producto (Acaro et al., 2021), en marzo del 2020 presenta una caída del 1.87% en ventas con referencia a lo obtenido en febrero del mismo año exportando 33.01 millones de cajas, pero para los meses de abril y mayo la producción y exportación aumenta al 35.79 y 35.45 millones de cajas respectivamente, con la presencia de la segunda ola de COVID en Europa y Asia las salidas del producto se reducen en un 19.95% con respecto a las exportaciones efectuadas en el mes de mayo, para los meses siguientes del 2020 los porcentajes se mantienen con incrementos pequeños, para octubre el Ministerio de agricultura y Ganadería fija el precio de caja del banano en \$6.25 dólares, precio que ayudo al incremento de exportación, en diciembre las ventas del producto llega a un 33.01 millones de caja.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada tiene un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo no experimental, donde se aplicó una encuesta a 20 representantes de las empresas bananeras de la provincia de El Oro, permitiendo obtener los datos que visualizan el impacto de la crisis sanitaria en la producción bananera y como ha afectado al nivel de ventas, exportaciones e incluso salida de personal al existir un estancamiento de la producción, y no solo en el país sino en el mundo globalizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la parte de los resultados se presentan las tabulaciones de la entrevista ejecutada a representantes de varias empresas bananeras del entorno y con ello conocer el impacto dela crisis sanitaria en la producción y ventas durante el año 2020.

Tabla 3. Afectación de la crisis en el sector bananero.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Baja en las ventas	7	35%
Aumento de los costos de producción	5	25%
Dificultades para el proceso de exportación.	8	40%
TOTAL	20	100%

La crisis sanitaria (Tabla 3) que incluyó el cierre de aeropuertos, algunas vías terrestres y otras medidas para disminuir el contagio de la pandemia, trajo consigo para el sector bananero algunas circunstancias negativas, resaltando las siguientes: el 35% responde que las ventas disminuyeron debido a que los procesos de comercialización presentaban algunas deficiencias por las medidas adoptadas, principalmente por el encierro voluntario que se debía hacer para precautelar la salud de toda la población y por no contar con el transporte para el traslado de la producción; el 25% responde en cambio que los costos de producción se incrementaron debido a que los proveedores tenían dificultades para la entrega de los insumos, incluso en su adquisición, lo que ocasionó que los precios se elevaran un porcentaje significativo; por último el 40% manifiesta la pandemia ocasiono que exista dificultades para las exportaciones originados por las restricciones propias que adoptaron los países sonde se exporta como Estados Unidos o Europa que en su afán de proteger a su población se vieron obligados a tomar medidas para mitigar en algo el crecimiento de la crisis sanitaria.

Tabla 4. Incremento de los costos.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Aumento entre el 5% y 10%	8	40%
Aumento entre más del 10% y 20%	10	50%
Aumento de más del 20%	2	10%
No sufrieron incremento del costo	0	0%
TOTAL	20	100%

Cada empresa bananera del sector (Tabla 4) tiene sus propios proveedores de insumos que requiere para su producción, los mismos que ofertaron sus productos en base a la disponibilidad que tenían en el periodo más crítico de la pandemia; en este sentido, el 40% respondieron que sus costos se incrementaron en entre el 5 y el 10% debido a que los abonos que son importados en algunos casos no tenían el permiso para el ingreso al país por lo que se dio cierta especulación y alza de la mercadería existente en bodegas; el 50% por su pare manifiesta que sus costos de producción se vieron afectados entre el 10% y el 20% en función a que todo el sector económico del país se vio afectado en el incremento de los precios, derivando que la producción general se vea afectada en mayor cantidad que otros periodos similares.

Tabla 5. Incremento de los costos.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Mano de obra	0	0%
Insumos para la producción	8	40%
Transporte	7	35%
Costes de exportación	5	25%
TOTAL	20	100%

El 40% respondieron (Tabla 5) que fueron los insumos de producción como abonos y fertilizantes los que más sufrieron un alza en su coste debido a que los proveedores también tenían que buscar las alternativas necesarios para abastecerse de los mismos; por su parte el 35% de los encuestados señala que el transporte tambéis sufrió un incremento considerable debido a las restricciones de movilización, lo que hacía que se paguen fletes a unidades de transporte autorizados en ese entonces, incrementando el costo por el servicio; finalmente el 25% considera que los costos de exportación se incrementan debido a que el proceso logístico para la entrega final del producto también se vio afectado, originados por un mayor control de la crisis sanitaria.

Tabla 6. Efectos internos ocasionados por la crisis sanitaria.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Despido de personal	3	15%
Parte de la producción pere- ció (se dañó)	8	40%
No hubo un control oportuno de la producción	9	45%
TOTAL	20	100%

El 15% de los encuestados (Tabla 6) considera que hubo despidos del personal ya que las ventas decaían y no existía el ingreso necesario para solventar la totalidad de costos asociados; el 40% considera que gran parte de la producción tuvo que ser desechada, utilizada como abono o en su defecto vendida al mercado local con el fin de que las perdidas sean menores y poder recuperar en parte la inversión realizada en la producción; finalmente el 45% destaca que no existió un control oportuno de la producción debido a que la crisis sanitaria golpeo tan fuerte y de forma súbita que ningún sector de la economía estaba preparado para los efectos adversos que ocurrieron, ocasionando pérdidas en todos los sectores productivos.

Tabla 7. Calidad de los servicios.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Normal	3	15%
Atrasado en los pedidos	13	65%
La oferta creció	4	20%
TOTAL	20	100%

El 65% de los encuestados (Tabla 7), originado por la restricción vehicular que se dio con mayor fuerza al inicio de las medidas adoptadas por el gobierno en los meses comprendidos de marzo a junio del 2020; esta situación conllevó a que las empresas busquen alternativas de compra en otros establecimientos con el fin de no perder la producción ya iniciada y que requiere se los materiales necesarios para su óptimo desarrollo.

Tabla 8. Calidad de los servicios.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Menos rentabilidad	13	65%
Mayor rentabilidad	2	10%
Se sigue con la tendencia de años anteriores	5	25%
TOTAL	20	100%

El 65% de los encuestados (Tabla 8), siendo un efecto lógico ya que no existía la misma demanda con la que inicio el año 2020 en enero, sino que se vio disminuida por las emídidas para contrarrestar los efectos de la pandemia; aclarando que el sector bananero tuvo

la fortaleza de producir una fruta considerada con altas fuentes de vitaminas y por lo tanto si era requerida en los mercados nacionales e internacionales, claro esta, con las restricciones que el caso ameritaba y que repercutieron en una baja de las exportaciones comparando enero con el resto de los meses del año.

Tabla 9. Planes de contingencia.

Parámetros	Respuesta	Porcentaje
Contaba con planes de contingencia que solventaron en algo el impacto económico.	2	10%
La empresa no contaba con una planificación estratégica.	8	40%
En la actualidad se trabaja con planes estratégicos, una vez conocido los impactos.	10	50%
TOTAL	20	100%

El 10% (Tabla 9) manifiesta que si contaban con planes de contingencia para suplir en algo el impacto de la crisis sanitaria y evitar que la estructura patrimonial se debilite de manera significativa, aunque ello no implico que si tengan perdidas por el efecto de las exportaciones; un 40% señala por su parte que no contaban con planes estratégicos que les permitan tomar medidas correctivas ante un efecto adverso de la pandemia, considerando en la actualidad la imperioso necesidad de realizarlo y considerar los efectos negativos de una situación similar en el futuro.

CONCLUSIONES

En base a las encuestas aplicadas se puede determinar que las exportaciones de banano sufrieron un receso en sus niveles de producción derivados por el incremento de los costos de producción, transporte y restricciones en las exportaciones, ocasionando una disminución en las ventas y de su rentabilidad.

Las medidas tomadas desde el gobierno central fueron necesarias para mitigar el crecimiento de la pandemia, incluso cuando aquello implicó pérdidas para muchas empresas, incluidas las bananeras, que dependen de una logística eficiente y sin restricciones para colocar sus productos en los mercados internacionales. También es importante destacar que si bien hubo disminución en las exportaciones, estas se derivan del análisis del mismo año 2020 (enero con el resto de meses), ya que comparándolo con las del año anterior existe un ligero incremento de sus ventas, pese a la crisis sanitaria.

El trabajo investigativo contribuye para futuras investigaciones, ya que es un referente para la comparación de cifras y condiciones del sector bananero con miras a analizar su crecimiento ante nuevos escenarios en que se desenvuelvan las bananeras de la provincia de El Oro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acaro Chamba, L. M., Córdova Montoya, A. N., Vega, A., & Sánchez, T. (2021). Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011 - 2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. Polodelconocimiento, 6(8), 258-280.
- Capa Benítez, L. B., López Fernández, R., & Flores Mayorga, C. A. (2017). La percepción de los costos de producción del banano orgánico en el Cantón Machala, Ecuador. Revista científica Agroecosistemas, 5 (1), 90-96.
- Ecuador. Ministerio de Comercio Exterior. (2019). Exportaciones Ministerio de Comercio Exterior. https://www. comercioexterior.gob.ec/ecuador-aumenta-sus-exportaciones-al-mundo/
- Escandón, D. M., Ayala, A. H., & Caicedo, M. C. (2018). Influencia de las barreras a la exportación sobre el compromiso exportador y su incidencia en los resultados internacionales. Rev. Esc. Adm. Neg., 75, 38-55.
- Gómez Correa, J. C., Torres Aponte, W. S., Cayón Salinas, L., Hoyos Carvajal, L. M., & Castañeda Sánchez, D. A. (2017). Modelación espacial de la Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis M. Morelet) en banano cv. Gran Enano. Ceres, 64(1).
- Guerrero, S. (2020). Coronavirus en Ecuador: una opinión desde la acadamía. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, 32(2).
- Inca Ruiz, G. P., & Inca León, A. C. (2020). Evolución de la enfermedad por coronavirus (COVID-19) en Ecuador. La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición, 11(1), 5-15.
- Lalangui Balcázar, M. I., & Eras Agila, R. d. (2019). NIC 41 Agricultura: aplicación en las empresas orenses productoras de banano. ANFECA. http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xxiv/docs/5.14.pdf
- Luna Nemecio, J. M. (2020). Determinaciones socioambientales del COVID-19 y vulnerabilidad económica. espacial y sanitario-institucional. Revista de Ciencias Sociales, 26(2), 21-26.
- Martínez, O., Lapo Calderón, B., Pérez Rodríguez, J., Zambrano Cabrera, C., & Maza Valle, F. (2015). Mecanismo de gelatinización del almidón nativo de banano exportable del Ecuador. Revista Colombiana de Química, 44(2), 16-21.
- Serrano Carrión, P. A., Señalin Morales, L. O., Vega Jaramillo, F. Y., & Herrera Peña, J. N. (2017). El control interno como herramienta indispensable para una gestión financiera y contable eficiente en las empresas bananeras del cantón Machala (Ecuador). Espacios, 39(3), 1-13.

Trilla, A. (2020). Un mundo, una salud: la epidemia por el nuevo coronavirus COVID-19. *Medicina Clínica*, 154(5), 175-177.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

LA SEGURIDAD ALIMENTARIA: EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO Y SU EXPRESIÓN EN EL CONTEXTO CUBANO

FOOD SAFETY: EVOLUTION OF THE CONCEPT AND ITS EXPRESSION IN THE CUBAN CONTEXT

Idania de los Milagros Avilleira Cruz¹ E-mail: dipagrop@enpa.cfg.minag.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3478-2306

Enrique Casanovas Cosío²
E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5884-3922

Alexis Suárez del Villar Labastida³ E-mail: alexissuarezdelvillar@uti.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9330-8597

- ¹ Empresa de Proyectos e Ingeniería. Cienfuegos. Cuba.
- ² Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez". Cuba.
- ³ Universidad Tecnológica Indoamérica. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Avilleira Cruz, I., Casanovas Cosío, E., & Suárez Del Villar Labastida, A. (2021). La seguridad alimentaria: evolución del concepto y su expresión en el contexto cubano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 159-167.

RESUMEN

Este trabajo explora a través de evidencia documental la evolución del concepto de seguridad alimentaria en el contexto mundial; su relación con la política alimentaria asumida por los organismos internacionales y las instituciones gubernamentales (gobiernos nacionales y locales) como respuestas a los desafíos que imponen el logro de la seguridad alimentaria y nutricional; y descansa en el análisis y evolución histórica de la política alimentaria cubana desde 1959 y hasta la actualidad. Análisis que confirma la voluntad del proyecto socialista cubano de mantener como objetivo primordial alcanzar la seguridad alimentaria como un derecho de toda la población; y deja por sentado que el gobierno cubano pone atención fundamental a la alimentación y garantiza a todos los habitantes del país el acceso a los alimentos disponibles, de tal manera la seguridad alimentaria y su enfoque social integral en Cuba, constituyen atributos inalienables de la Revolución Cubana.

Palabras clave:

Alimentos, acceso, disponibilidad, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

This paper explores the evolution of the concept of food safety through documentary evidence in today's world context and its relation to food policies assumed by international organizations and government institutions (national and local governments) as responses to the challenges imposed by nutritional safety standards. It relies on the analysis and historical evolution of Cuban food policy since 1959 to the present day. Such analysis confirms the willingness of Cuba's socialist project to maintain food safety as a primary objective and as a right of the entire population. It establishes the understanding that the Cuban government pays fundamental attention to food availability to all of the country's inhabitants. Thus, food safety and its comprehensive social approach constitute undisputable attributes of the Cuban Revolution.

Keywords:

Food, access, availability, food safety.

INTRODUCCIÓN

La seguridad alimentaria se sitúa en diversos escenarios del desarrollo y de la desigualdad, por lo que desde su nacimiento y evolución como concepto ha sido un tema de sumo interés en el ámbito mundial, nacional y local.

Cuba es miembro fundador de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), organización que acompaña al país en la constante labor por garantizar una efectiva seguridad alimentaria a la población.

Los temas relativos a la seguridad, soberanía alimentaria y nutricional han prevalecido con singular importancia en la agenda del gobierno revolucionario cubano pese, a los constantes cambios del escenario internacional en que ha tenido que desenvolverse la economía, y las profundas transformaciones que como consecuencia se han llevado a cabo entorno a la política económica y agraria.

El presente trabajo tiene como objetivo examinar y destacar los estudios publicados sobre la aparición y evolución del concepto de seguridad alimentaria, su impacto y relación con las políticas alimentarias reconocidas a nivel mundial y la significación que históricamente le ha otorgado el gobierno cubano a la realización efectiva de la seguridad alimentaria y nutricional de la población, desde 1959 y hasta el presente.

DESARROLLO

La seguridad alimentaria constituye una de las necesidades más vitales para la existencia de los seres vivos en especial para el ser humano, ello a su vez, es condición para la reproducción de la fuerza de trabajo lo que significa que el hombre para poder trabajar necesita poder alimentarse, de igual manera es mediante el trabajo que se puede producir los alimentos y todos los demás bienes y servicios que necesita para su existencia. Las luchas por la alimentación como necesidad personal y social impulsaron el reclamo de satisfacerla.

El concepto de Seguridad Alimentaria ha evolucionado en el tiempo, en correspondencia con situaciones coyunturales y el desarrollo cultural de cada época.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Agricultura y la Alimentación, realizada en el año 1943 surgió el compromiso de crear una organización permanente, que fue concretado el 16 de octubre de 1945 con la fundación de la Food and Agriculture Organization (FAO). Fue allí donde, a raíz de la crisis alimentaria mundial derivada del alza de los precios internacionales, se concibió el concepto Seguridad Alimentaria (SA). Al respecto, el Sr. Boutros Boutros-Ghali, Secretario General de las Naciones Unidas refirió que «Desde que en 1973 la FAO inscribió por

vez primera el concepto de seguridad alimentaria en el orden jurídico internacional, se inició una nueva etapa...»

En la década del 70, los altos precios del petróleo y los fertilizantes, la reducción de los stocks mundiales de granos y las intenciones de utilizar embargos de granos con fines políticos, centraron el concepto de seguridad alimentaria en la disponibilidad de alimentos a nivel nacional y mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011b), estos sucesos permitieron que se convocara a la Primera Cumbre Mundial de la Alimentación en el año 1974 efectuada por la FAO, donde se analiza la situación existente solo desde el punto de vista de la producción y del suministro de los alimentos a nivel mundial y nacional (Ramos & González, 2014).

Según García & Pérez (2016), en los años 80 del pasado siglo, promovido por la teoría de las titularidades de Amartya Sen, se centra la atención sobre la SA en hogares pobres y el acceso a activos productivos y el empleo. En respuesta, la FAO en 1983 amplió la definición adicionando que SA es también «asegurar que todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a los alimentos básicos que necesitan»

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2005), las discusiones sobre el comercio agrícola, y los desarrollos conceptuales de la época donde se introduce un nuevo componente a la seguridad alimentaria: el acceso a los alimentos. A decir de este autor, la mera existencia de suficientes alimentos, a nivel agregado, no suponía que toda la población tuviera un acceso efectivo a ellos.

En un informe del Banco Mundial sobre «La pobreza y el hambre» se introduce la dinámica temporal de la Inseguridad Alimentaria (IA), proponiéndose distinguir entre IA crónica, asociada con problemas de continuidad o pobreza estructural y bajos ingresos; y la IA transitoria, que involucra períodos de presión intensificada por desastres naturales, conflictos o colapso económico, adicionándose a la definición tradicional, la frase "todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana". (García & Pérez, 2016)

Estos autores también afirman que, en la década de 1990, años en los que se reconoció que la SA debe abarcar el espectro de lo individual, en especial lo concerniente a malnutrición proteínico-energética, por lo que se amplía el concepto para incorporar el equilibrio nutricional. En esta década de los años 90, se llegó al concepto actual que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, y se reafirma la Seguridad

Alimentaria como un derecho humano (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011b)

En cambio, la disponibilidad y el acceso a los alimentos no garantizan en si una adecuada alimentación. La existencia de problemas de salud o la falta de agua potable pueden impedir que el cuerpo realice un buen aprovechamiento de los alimentos, por lo que este componente, según la FAO, también se incorpora al concepto de seguridad alimentaria.

Considerando que ciertos grupos humanos o de población pueden colocarse transitoriamente en un estado de inseguridad alimentaria, debido a cambios bruscos del clima, de precios en el mercado, o por la inestabilidad sociopolítica del país, entonces la estabilidad en cuanto a la disponibilidad de los alimentos y el acceso efectivo de la población a estos se convierten, entonces, en un componente más de la seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2005).

La definición de seguridad alimentaria plantea cuatro dimensiones primordiales: i) la disponibilidad física de los alimentos; ii) el acceso económico y físico a los alimentos; iii) la utilización de los alimentos y; iv) la estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores. Para que puedan cumplirse los objetivos de seguridad alimentaria deben realizarse simultáneamente las cuatro dimensiones (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011b).

Vinculado al planteamiento anterior Schejtman, (2006), plantea que el desarrollo integral de estos cuatro componentes son: disponibilidad de alimentos: se refiere a acciones orientadas al logro y mantenimiento de un abastecimiento estable y suficiente de alimentos básicos adecuados en calidad y cantidad, que permita cubrir las necesidades nutricionales de la población en forma sostenible; acceso económico a los alimentos: incorpora acciones orientadas a lograr que la población tenga la capacidad económica para acceder a una alimentación sana y nutricionalmente adecuada; consumo de alimentos: integra procesos educativos que brinden a la población conocimientos, información y orientación sobre aspectos de alimentación, nutrición y salud que permita a la persona, familia y comunidad tomar decisiones adecuadas sobre el uso de los recursos alimentarios disponibles en beneficio de su salud; utilización biológica de los alimentos: la salud de la persona es un aspecto importante para que el cuerpo tenga la capacidad para aprovechar y adecuar óptimamente los nutrientes que recibe de los alimentos ingeridos. Por lo tanto se requieren acciones que prevengan las enfermedades que limitan la utilización biológica de los alimentos.

Se entiende por disponibilidad alimentaria a la existencia de un volumen adecuado de alimentos, que resulta de la producción nacional y del balance entre importaciones y exportaciones.

Este componente supone garantizar la existencia de suficientes alimentos de manera oportuna, ya sea con la producción interna en la que juega un papel esencial la agricultura con las posibilidades tecnológicas existentes y los precios de los insumos, además de las políticas comerciales, el volumen adecuado de alimentos, según la relación entre la producción nacional y las exportaciones e importaciones (principalmente en los países desarrollados), de la disponibilidad de divisas para importar alimentos y de la disponibilidad de ayuda alimentaria.

Esta debe garantizar la provisión suficiente, diversificada y oportuna de alimentos sanos, nutritivos y accesibles para la población; que, igualmente depende de una política de manejo eficiente de los recursos naturales, mejoras sustanciales en el campo de la producción y productividad agropecuaria, en uso de tecnologías, en la comercialización de los productos y en desarrollo de capacidades en los productores (Ramos & González, 2014).

A nivel del hogar esto adquiere otros matices y se relaciona con la disponibilidad de alimentos en los mercados locales o de la producción local o familiar, además de que el suministro suficiente de alimentos a escala nacional no provoca automáticamente la seguridad alimentaria de todos los hogares ya que pueden seguir existiendo familias pobres que no cuenten con los medios necesarios para producir, o con el poder adquisitivo para adquirir los alimentos que necesitan según (Figueroa, 2005).

Según Torres (2003), la seguridad alimentaria es un problema de países atrasados, donde además el ingreso de la población es restringido y asimétrico. Países desarrollados como Japón o Suiza pueden no presentar disponibilidad alimentaria estable, pero cuentan con ingresos suficientes para obtener alimentación de calidad y por lo tanto no registran problemas de seguridad alimentaria, aunque podrían caer en un cierto rango de vulnerabilidad. Otros países pueden disponer de capacidad productiva, pero sufrir simultáneamente un bajo nivel de accesibilidad, como es el caso de Brasil y México. Este mismo autor plantea que la seguridad alimentaria se convierte en un problema del desarrollo económico que se resuelve diseñando políticas económicas internas de corte distributivo, donde las medidas de baja cobertura, regional, social o sectorial, al igual que los programas focalizados hacia los grupos más vulnerables, representan únicamente soluciones limitadas.

Con las producciones que se obtengan a nivel nacional teniendo en cuenta las áreas agrícolas en explotación, la productividad y rendimiento de los cultivos, las cantidades de alimentos procedentes de las importaciones, las existencias físicas de las reservas del estado y la ayuda humanitaria a través de las asistencias provenientes de diferentes organizaciones mundiales y regionales, se puede estimar la cantidad de alimentos que se necesita. Cada país debe asumir estas evaluaciones con intervención directa de los gobiernos territoriales y locales, los cuales al estimar cada nivel objeto de análisis conocerán la disponibilidad de alimentos físicos que poseen.

Según declaraciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011a), la responsabilidad de asegurar la disponibilidad de alimentos corresponde a los gobiernos nacionales, con independencia del modelo político y económico de que se trate. Así mismo, a nivel territorial la responsabilidad recae sobre las instituciones gubernamentales de carácter local, autoridad que debe asumir las funciones que le permitan contribuir a la satisfacción de las necesidades nutricionales de toda la población bajo su control.

Acceso

Una oferta adecuada de alimentos a nivel nacional o internacional en sí no garantiza la seguridad alimentaria a nivel de los hogares. La preocupación acerca de una insuficiencia en el acceso a los alimentos ha conducido al diseño de políticas con mayor enfoque en materia de ingresos y gastos, para alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011a).

De tal manera el acceso es la capacidad de los hogares para adquirir los alimentos, ya sea por medio de sus posibilidades para producirlos, comprarlos o de acceder a ellos mediante transferencias o donaciones. El consumo de los alimentos consiste en la forma o capacidad de los hogares de seleccionar, almacenar, preparar e ingerir los mismos. Su consumo está íntimamente relacionado con las costumbres, creencias, conocimientos, preferencias culturales, prácticas de alimentación y la educación de los hogares.

El acceso depende tanto de aspectos económicos (pobreza, altos precios de los alimentos, falta de créditos) como físicos, es decir, aunque exista abundancia de alimentos éstos no pueden ser consumidos por muchas familias debido a razones físicas, como la falta de carreteras o infraestructuras de mercado inadecuadas (Torres, 2003).

Para Figueroa (2005), el acceso material, económico y social a los alimentos, sólo se consigue con suministro suficiente de alimentos en las zonas inseguras, para lo cual se necesita adecuada infraestructura de mercado, con acceso al empleo e ingresos suficientes en relación a los precios de los alimentos, los cuales deben permanecer estables.

Este mismo autor refiere, además, que el acceso a los alimentos puede verse afectado por las preferencias culturales y los conocimientos nutricionales de los habitantes de cada región; por lo que se necesita de la educación alimentario nutricional. Y prosigue "una vez que se tenga el acceso, entran en juego otros elementos, como el deseo de comprar o cultivar los alimentos, los hábitos nutricionales, los conocimientos sobre nutrición y la forma de preparar los alimentos, todos los cuales influyen en el consumo y, por lo tanto, en el bienestar nutricional que es en sí el objetivo final de la Seguridad Alimentaria".

Aprovechamiento o utilización biológica de los alimentos

La utilización normalmente se entiende como la forma en la que el cuerpo aprovecha los diversos nutrientes presentes en los alimentos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011a). O sea que está relacionada con el estado nutricional, como resultado del uso individual de los alimentos (ingestión, absorción y utilización) y el estado de salud, por tanto depende tanto del alimento propiamente (composición química, combinación con otros alimentos) como de la condición del organismo (salud, como el cuerpo aprovecha los alimentos), que pueden afectar la absorción y la biodisponibilidad de nutrientes de la dieta, o las condiciones de salud individuales que pueden provocar un aumento de los requerimientos nutricionales de los individuos (Ramos & González, 2014).

Del estudio de la literatura especializada se desprende, que la utilización biológica puede estar determinada por varios componentes, y estos pueden ser: de carácter físico, social, mental, político-cultural y medioambiental, de tal manera la seguridad alimentaria demanda con vital urgencia de intervenciones gubernamentales y administrativas que conciban ambientes primordiales para el bienestar y salud de las personas y de higiene de los hogares y centros urbanos; el acceso al agua potable, liquido indispensable para la vida, juega un rol fundamental, la educación nutricional, el conocimiento sobre la inocuidad de los alimentos, forma y modo de preparación y el consumo de alimentos con alto valor nutricional.

La utilización de los alimentos se refiere al uso que hacen los hogares de los alimentos a los que tienen acceso y a la capacidad de los individuos de absorber y metabolizar los nutrientes, es decir la eficiencia del cuerpo para convertir los alimentos en nutrientes en la utilización de los alimentos incluye: formas de almacenaje, procesamiento y preparación de los alimentos, incluyendo el agua y el tipo de combustible para cocinar y las condiciones higiénicas; las prácticas de alimentación, en especial para los individuos con necesidades nutricionales especiales tales como bebés, niños pequeños, adultos mayores, enfermos y

mujeres embarazadas o lactantes; distribución de los alimentos dentro del hogar y la medida en la que ésta corresponde con las necesidades nutricionales de los individuos, crecimiento, embarazo, lactancia, etc.; estado de salud de cada miembro del hogar.

Estabilidad de los suministros

La estabilidad de los suministros es un concepto relacionado con la posibilidad de contar con un flujo permanente de alimentos, sin la ocurrencia de pérdidas en períodos de cosecha o post cosecha ni variaciones estacionales fuertes, la capacidad de almacenamiento y la disponibilidad de divisas para adquirirlos (Pérez, 2019).

Además de las existencias de alimentos, debe garantizarse una distribución adecuada, para que estén realmente disponibles, jugando un papel fundamental la estabilidad de los suministros a la población, donde debe existir la estabilidad de la producción y de precios, ligada a la influencia de la infraestructura técnica de los viales y transporte.

La convergencia de la volatilidad de precios de algunos productos agrícolas, los impactos del cambio climático en la estabilidad de la producción, la crisis energética, las formas de producción agrícola y el estrés en recursos naturales clave como el agua o los suelos, empujan definitivamente hacia modelos de producción flexibles y resilientes para enfrentar de manera más adecuada los shocks y riesgos externos.

¿Qué factores pueden incidir en la condición de seguridad alimentaria de las personas?

Según Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011a), las condiciones climáticas adversas (la sequía, las inundaciones), la inestabilidad política (el descontento social), o los factores económicos (el desempleo, los aumentos de los precios de los alimentos).

La ocurrencia de eventos hidrometeorológicos provoca grandes inundaciones, los huracanes, tormentas tropicales y vientos fuertes ocasionan sequías y altas temperaturas causando daños considerables a la agricultura que repercuten en la seguridad alimentaria y nutricional de la población originando además impactos económicos negativos. De tal manera el cambio climático afecta directamente la seguridad alimentaria, los bajos rendimientos en los cultivos dificulta que los habitantes dispongan de los alimentos que requieren para cubrir sus necesidades nutricionales, pone en riesgo el acceso a los alimentos, su utilización a través de sus efectos notorios sobre la inocuidad alimentaria y la salud, así como una creciente inestabilidad de los alimentos.

La institucionalidad

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2011a), en Centroamérica, los Programas Especiales para la Seguridad Alimentaria (PESA), ejecutados por FAO y los Ministerios de Agricultura de Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador, han incorporado un componente en su análisis: el Fortalecimiento Institucional. En efecto, aumentar las capacidades de las familias en torno a grupos de interés, de las comunidades, los municipios y el propio Estado, no se puede considerar como un elemento transversal más, sino como un componente que los programas, políticas y estrategias deberían alcanzar junto a la disponibilidad, el acceso, el consumo y el buen aprovechamiento biológico.

Política alimentaria

La política alimentaria se considera como la unión de operaciones y decisiones del estado en un continuo proceso para enmendar las dificultades que se presentan de inseguridad alimentaria y nutricional mediante legislaciones, planes, programas, presupuestos he instituciones relacionadas directamente con la pobreza, el hambre, la malnutrición y desnutrición.

La política alimentaria abarca todas las áreas de intervención relacionadas con el sistema alimentario y también la ayuda internacional. Su finalidad es contribuir a enfrentar los problemas de disponibilidad agregada y también los de acceso, para aquellos que no pueden expresar sus necesidades alimentarias como demandas de mercado. Se despliega en los niveles micro-, meso- y macroeconómico, además de poseer nexos con la política social.

La política alimentaria a nivel micro se refiere según Ortega, et al. (2019), al nivel doméstico e individual, radica en la capacidad de un hogar para producir y comprar los alimentos que necesitan todos los miembros del hogar que permitan satisfacer y cumplir sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias, además de contar con los servicios básicos para lograr y mantener un estado nutricional óptimo.

La política alimentaria a nivel meso-económico y según Schejtman (2006), se plantea como una estrategia de Desarrollo Territorial Rural (DTR) de la SAN, que toma como punto de partida, o si se quiere, se estructura en torno de las estrategias de desarrollo local. En cambio y a nivel macroeconómico según este mismo autor, están vinculadas a aquellas medidas que apuntan a la reorientación de la asignación de recursos destinados a mejorar la disponibilidad y el acceso alimentario y se expresan en: el peso relativo y la estructura del gasto social en el presupuesto; en las orientaciones de la inversión en infraestructura; en los estímulos fiscales o transferencias orientadas a la reorganización de las estructuras de producción y

distribución de alimentos; al estímulo de la difusión del progreso técnico en las distintas esferas de actividad que conforman el sistema alimentario; a la redefinición del patrón de inserción internacional en aquellos aspectos que inciden en la oferta y demanda alimentaria y al establecimiento de normas y estándares que regulan calidad e inocuidad de los alimentos.

Ortega, et al. (2019), ven este nivel de la política alimentaria como el primer pilar de la seguridad alimentaria y nutricional describe el acceso de un país a alimentos en cantidades y calidad suficientes en todo momento, los cuales pueden ser obtenidos por la producción a nivel nacional o mundial. Y agregan que, un país con seguridad alimentaria deberá producir alimentos suficientes para satisfacer la demanda interna o en otro caso si las divisas permiten importar alimentos suficientes.

Deberá tenerse en cuenta finalmente que la puesta en práctica de las políticas de seguridad alimentarias requiere de la participación de múltiples actores, sean instituciones gubernamentales, (gobierno central y local), organismos de cooperación bilateral e internacional, bancos, ONG nacionales y extranjeras, y la comunidad en general.

Según Figueroa (2003), la función de los gobiernos en la elección de políticas monetarias, fiscales, comerciales, sociales y de inversión propicia al logro de la seguridad alimentaria. Se coloca la capacidad de un país para el logro de la seguridad alimentaria asociada con el análisis oferta - demanda de alimentos y las fluctuaciones pasajeras, con las políticas macroeconómicas y comerciales internas, la constitución de 'reservas de alimentos, la generación interna de divisas, el tipo de cambio y la balanza de pagos, los mercados de futuro y con un consenso político real.

Seguridad alimentaria en Cuba

La Revolución Cubana, desde sus inicios, puso en práctica un concepto del «desarrollo» con marcado acento humanista, con la convicción de que enfrentar las condiciones específicas del subdesarrollo exigía la adopción de una estrategia coherente y simultánea de acciones en el campo del desarrollo económico y social.

Coherente con este principio, la Asamblea Nacional del Poder Popular (2019), aprueba en el Segundo Período Ordinario de Sesiones de la IX Legislatura la actual Constitución de la República de Cuba, en su título primero sobre fundamentos políticos, capítulo segundo, referido a los derechos, expresa: Artículo 77- Todas las personas tienen derecho a la alimentación sana y adecuada. El estado crea las condiciones para fortalecer la seguridad alimentaria de toda la población.

Una mirada a la situación alimentaria antes de 1959

La situación alimentaria en Cuba antes del año se encontraba impregnada de una ausencia total de equidad. Ejemplo de ello era la situación económica que presentaba el campesinado. La población rural de Cuba en 1958 era del 56 % y seis de cada diez habitantes rurales sufría malnutrición.

Otra característica relevante de esta época es la vulnerabilidad económica alimentaria que significaba la alta dependencia de las importaciones para satisfacer las necesidades de alimentos. De acuerdo a los informes disponibles, el 47 % de las kilocalorías consumidas por la población eran importadas y los Estados Unidos de América correspondían el 75 % de las importaciones del país, generando total dependencia.

Sobre las importaciones de alimentos, Leiva (2016), plantea que paradójicamente varios de estos alimentos importados podían producirse en el país bajo condiciones de competitividad sin embargo no existía la voluntad política para llevar a cabo un proceso de sustitución de importaciones, esto era contrario a los intereses de los productores, exportadores norteamericanos y de la oligarquía criolla.

Lograr la seguridad alimentaria y eliminar o reducir sustancialmente la vulnerabilidad económica en la alimentación, sobre la base de incrementos importantes en la producción nacional de alimentos bajo condiciones de competitividad de la diversificación de los mercados de importación, de ampliar y diversificar los mercados de exportación de alimentos a partir de los excedentes de la producción interna de alimentos, significarían importantes retos para la economía cubana a partir de 1959. A esto retos asumidos por la naciente Revolución se sumaba, los problemas relacionados con el acceso a la tierra, pues el latifundio foráneo y nacional era la forma predominante de propiedad, que acentuaba las desigualdades al separar al que trabajaba la tierra limitando el acceso a esta. Se imponía, entonces, sustituir el modelo agrícola basado en el latifundio, el monocultivo y la mono-exportación, y poniendo la tierra en manos de quien la trabajaba.

Generalidades del modelo de seguridad alimentaria en Cuba hasta 1989

Desde el triunfo de la Revolución cubana, ha sido una preocupación permanente del gobierno garantizar a todos los sectores de nuestra población una alimentación apropiada que se traduzca en niveles nutricionales adecuados para la salud de nuestros ciudadanos (García, et al., 2017).

El enfoque humanista del gobierno revolucionario propició una distribución justa de la riqueza. Las nuevas relaciones de producción permitieron un mayor desarrollo de las fuerzas productivas, y por consiguiente un incremento de la producción de alimentos.

A inicio de este periodo se sucedieron numerosas mejoras socioeconómicas (mayor oferta de empleo, asistencia médica y salud gratuita, la ley de Reforma Urbana, la primera y segunda ley de Reforma Agraria), estas incrementaron los ingresos de la población, así como propiciaron el aumento de la población bajo condiciones económicas y sociales más seguras.

En análisis de Leiva (2016), realizados para el periodo de 1975 a 1989 muestra que se implanta una nueva estrategia de desarrollo enfocada en lograr la industrialización y el crecimiento autosostenido. Esta estrategia tuvo como eje central el desarrollo de la industria pesada, la producción industrial del sector emergente debía sustituir paulatinamente a la agroindustria azucarera como pivote de acumulación a través del sector externo. Durante 10 años se creó un sólido aparato productivo industrial que fue la fuente fundamental de la expansión dinámica de la economía nacional.

Según García (2011), los pilares básicos del modelo de seguridad alimentaria que se fue configurando y que prevalecía a fines de los años ochenta, pueden delinearse como sigue: i) La satisfacción de las necesidades alimentarias básicas de la población, objetivo prioritario de la política social, incluidos los requerimientos nutricionales específicos de determinados sectores; ii) La producción estatal agropecuaria e industrial alimentaria como el principal oferente de alimentos a la población; iii) La dirección planificada de la alimentación privada y pública de la población, a través del método de «balances nacionales» y su correspondiente compatibilización por provincias; iv) Un sistema alimentario altamente heterogéneo, en cuanto a su organización económica, desarrollo técnico productivo y objetivos; v) La importación planificada de elevados volúmenes de alimentos en respuesta a las insuficiencias de la producción nacional que provenían en su mayoría del campo socialista; vi) El racionamiento alimentario en calidad de instrumento de planificación de la disponibilidad agregada y su comercialización, con el fin de lograr la estabilidad de la distribución de alimentos a la población, tanto en términos de volúmenes como de precios y, a la vez, como un poderoso medio para la administración familiar; vii) Una gastronomía estatal poco desarrollada, con precios regulados y estables; viii) Un espacio residual y variable del papel del mercado para el acceso de la población a los alimentos".

En resumen, el modelo de seguridad alimentaria históricamente configurado, que prevaleció en Cuba hasta 1989, estuvo orientado a garantizar la disponibilidad agregada, en términos de suficiencia y estabilidad del suministro básico, y comparado favorablemente con las recomendaciones internacionales.

El modelo de seguridad alimentaria en Cuba a partir de 1990. Apuntes generales

En los primeros años de 1990, a las situaciones ya descriptas para la década de 1980, se suma el problema de la disponibilidad, todo asociado con la caída del socialismo en Europa, inicia el denominado "periodo especial". Según García, (2011) este provocó un abrupto deterioro en los niveles de importaciones e impactó negativamente a la producción agropecuaria y, consecuentemente, en los problemas relacionados con la disponibilidad de alimentos.

Estas circunstancias derivaron, muchas veces dicho, en una profunda crisis económica con repercusión directa en el sistema alimentario. En respuesta a dicha crisis se inicia el denominado proceso de rectificación de errores y tenencias negativas, y las modificaciones necesarias de las relaciones de producción, para nuevamente emprender el desarrollo de las fuerzas productivas.

A partir de 1994 la economía inicia su recuperación, y también las disponibilidades de alimentos, aunque aún no se ha recobrado el consumo logrado en 1989 registrándose limitadas capacidades de importación de alimentos e insumos agropecuarios, y, por ende, insuficiente producción nacional.

En 1992 se aprueba el Programa Alimentario (PAL) en él se promovieron una serie de medidas.

En crítico análisis sobre el PAL, Leiva (2016), deja ver que el modelo estructural y funcional de la agricultura no sufrió modificaciones en lo fundamental pues el PAL continúo sosteniendo y conservando muchos de los componentes críticos del sistema vigente y al que se adicionaron otros preparando al país para un escenario de bloqueo total.

Diferentes autores plantean que las metas del PAL estaban basadas en el supuesto de que el campo socialista podría sostenerse y que ante los significativos peligros que podrían acaecer era necesario avanzar rápido y en el mayor tiempo posible en la recuperación antes que pudiese ocurrir un agravamiento fatal de la crisis en la URSS. La realidad histórica demostró que indudablemente las metas del PAL eran inalcanzables posterior a la desintegración de la URSS.

En relación al bloqueo económico y financiero impuesto a la isla por los Estados Unidos de América se reconoce por el Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrex) que, en el ámbito de la agricultura, los efectos se deben considerar desde dos perspectivas diferentes: los problemas causados por la imposibilidad de exportación al mercado más cercano (los Estados Unidos), y el incremento de los costos de los insumos necesarios para la producción agrícola. También ha afectado la importación de productos alimenticios para el consumo humano y animal (Cuba. Ministerio de Relaciones Exteriores, 2019).

La política de seguridad alimentaria de Cuba, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), garantiza el acceso a los alimentos se traza objetivos de distribución racionada y de asignación a programas de alimentación y asistencia sociales.

Contexto actual de la seguridad alimentaria en Cuba El Ministerio de la Agricultura (MINAG), informa que como parte de su política alimentaria el gobierno cubano ha establecido recientemente el Plan Nacional de Soberanía Alimentaria y Educación Nutricional (Plan SAN), que es la plataforma nacional para alcanzar una plena seguridad alimentaria, como parte de la implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución y la Constitución de la República. Dentro de los objetivos prioritarios de la plataforma nacional para alcanzar una plena seguridad alimentaria está implícito, facilitar la organización de sistemas alimentarios locales, soberanos y sostenibles que integren la producción, transformación, comercialización y consumo de alimentos. Al respecto el titular del Ministerio de la Agricultura expuso que el Plan SAN se sustenta en la capacidad de la nación para producir alimentos de forma sostenible y dar acceso a la población a una alimentación balanceada, nutritiva e inocua, reduciendo la dependencia de medios e insumos externos, con respeto a la diversidad cultural y responsabilidad ambiental. (Cuba. Ministerio de la Agricultura, 2020).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020), este Plan presenta como programas estratégicos los siguientes: i) Programa de Desarrollo Integral de la Montaña; ii) Programa de Agricultura Urbana y Suburbana; iii) Programa Sierra Maestra; iv) Programa Producción de Alimentos; v) Programa Azucarero; vi) Programa de Empleo y; vii) Canasta familiar normada.

No obstante, a esta planificación estratégica el Programa Mundial de Alimentos, (WFP, por sus siglas en inglés), reconoce el contexto actual en los datos siguientes: Cuba es un país de ingresos medianos-altos, con una población de 11,2 millones de habitantes, de los cuales el 23 % vive en zonas rurales. El 50 % de los habitantes son mujeres y el 20,4 % tiene más de 60 años de edad. La esperanza de vida al nacer es de 78 años (Organización de las Naciones Unidas, 2019).

Por lo antes expuesto se reconoce que el gobierno cubano pone atención fundamental a la alimentación y garantiza a todos los habitantes del país el acceso a los alimentos disponibles, de tal manera la seguridad alimentaria y su enfoque social integral en Cuba, constituyen atributos inalienables de la Revolución Cubana.

CONCLUSIONES

El concepto de Seguridad Alimentaria ha transitado, de una visión limitada que, desde un inicio consideró solo la disponibilidad, a un proceso contextualizado donde los Estados integren a sus políticas la institucionalidad con carácter multisectorial, y aseguren el acceso en todo momento de todas las personas a suficientes alimentos, inocuos y nutritivos para una efectiva utilización biológica.

Desde el triunfo de la Revolución la seguridad alimentaria en Cuba, bajo el proyecto socialista, seguirá siendo de alta prioridad, por lo que la nueva constitución, aprobada en 2019, mantiene como objetivo irrevocable, alcanzar la seguridad alimentaria como un derecho de toda la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cuba. Asamblea Nacional del Poder Popular. (2019). Constitución de la República de Cuba. http://www.parlamentocubano.gob.cu/index.php/en-pdf-nueva-constitucion-de-la-republica-de-cuba/
- Cuba. Ministerio de la Agricultura. (2020). Por una legislación sobre soberanía alimentaria y educación nutricional en Cuba. MINAG. https://www.minag.gob.cu/node/2678
- Cuba. Ministerio de Relaciones Exteriores. (2019). Informe de Cuba sobre la Resolución 73/8 de la Asamblea General de las Naciones Unidas. "Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba". MIN-REX. http://misiones.minrex.gob.cu/es/articulo/necesidad-de-poner-fin-al-bloqueo-economico-comercial-y-financiero-impuesto-por-los-2#_Toc8994241
- Figueroa, D. (2003). Gobiernos y seguridad alimentaria. Revista Costarricense de Salud Pública, 12(22).
- Figueroa, D. (2005). Disponibilidad de alimentos como factor determinante de la Seguridad Alimentaria y Nutricional y sus representaciones en Brasil. Revista de Nutrição, 18(1).
- García, A., & Pérez, J. (2016). Marco conceptual de la medición de seguridad alimentaria (sa): Análisis comparativo y crítico de algunas métricas. Agroalimentaria, 22(43).
- García, M. (2011). La reestructuración del modelo cubano de seguridad alimentaria y el papel del territorio. Economía y Desarrollo, 146(1-2), 143-161.
- García, M., García, O., & Odio, A. (2017). Metodología para el diagnóstico de la seguridad alimentaria y nutricional desde los gobiernos locales en un municipio. Retos de la Dirección, 11(2).
- Leiva, A. (2016). Estado y perspectivas de la política alimentaria para la gestión de la seguridad alimentaria y nutricional en Cuba. (Trabajo de diploma). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). *Políticas de seguridad alimentaria en los países de la Comunidad Andina. Bolivia Colombia Ecuador Perú Venezuela.* FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Food and Nutrition Security Platform*. FAO. https://plataformacelac.org/programas/0/cub
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011a). Seguridad Alimentaria y Nutricional. Conceptos Básicos. FAO. http://www.fao.org/3/a-at772s.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011b). *Una introducción a los conceptos básicos de la seguridad alimentaria*. FAO. http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Plan estratégico Provisional para Cuba (2020)*. WFP.
- Ortega, E., Hernández, A., Ortega, I., & Esteves, A. (2019). Macro y micro dimensiones de la seguridad alimentaria y nutricional. Centro de Investigación en Alimentación y Nutrición.
- Pérez, L. (2019). Lineamientos para el fortalecimiento de la cooperación en torno a la Seguridad Alimentaria y Nutricional entre América Latina y Cuba. (Trabajo de diploma). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Ramos, M., & González, M. (2014). Un acercamiento a la gestión de la seguridad alimentaria y nutricional desde los gobiernos locales. Cooperativismo y Desarrollo, 2(2), 188-198.
- Schejtman, A. (2006). Seguridad, Sistemas y Políticas Alimentarias en Centroamérica: Elementos para una estrategia integral de seguridad alimentaria. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. http://www.rimisp.org/wpcontent/files_mf/1366827759dtr4_seguridadalimenta-ria.pdf
- Torres, F. (2003). Seguridad alimentaria: Seguridad nacional. CLACSO. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/iiecunam/20170526043224/pdf 795.pdf

Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE HÍBRIDOS DE SOR-GO (SORGHUM BICOLOR L. MOENCH) EN ZONAS AGROECOLÓGICAS DE LA REGIÓN COSTA DEL ECUADOR.

AGRONOMIC AND PRODUCTIVE BEHAVIOR OF SORGHUM HYBRIDS (SORGHUM BICOLOR L. MOENCH) IN AGROECO-LOGICAL ZONES OF THE COASTAL REGION OF ECUADOR

Boris Darío Amores Bravo¹

E-mail: boris-amores@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9719-2904

Fernando Abasolo Pacheco1 E-mail: fabasolo@uteg.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/000-0003-2268-7432

Juan José Reyes Pérez¹ Email: jreyes@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5372-2523

Ricardo Romero Mesa²

E-mail: ricarhapo@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3915-3309

Juan Carlos Otacoma Yánez3 E-mail: jotacoma@mag.gob.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5253-9580

Jefferson Bravo Salvatierra¹ E-mail: jbravo@uteq.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9566-3429

- ¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- ² Empresa Ecuriolindo S.A. Los Ríos. Ecuador.
- ³ Ministerio de Agricultura. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Amores Bravo, B. D., Abasolo Pacheco, F., Reyes Pérez, J.J., Romero Mesa, R., Otacoma Yanes, J. C., & Bravo Salvatierra, J. (2021). Comportamiento agronómico y productivo de híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) en zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador. Revista Científica Agroecosistemas, 9(3), 168-178.

RESUMEN

El género Sorghum, es una especie cultivada con relevancia a nivel mundial, clave en el objetivo de contribuir a alcanzar la seguridad alimentaria. Así mismo, dadas sus características fisiológicas diferentes, como su alta eficiencia fotosintética y adaptación a condiciones adversas, potenciadas por la expresión de su vigor híbrido, representa una alternativa viable para la rotación de cultivos en áreas arroceras y maiceras. En el Ecuador hay poca investigación, relacionados con el comportamiento y adaptación de este cultivo, que permitan lograr la inserción del cultivo de sorgo en los diferentes sistemas de producción agrícola e industrial. En este contexto el presente trabajo busca, a través de la evaluación de cuatro híbridos de sorgo, cultivado en tres zonas agroecológicas diferentes de la costa ecuatoriana, determinar la adaptabilidad, productividad, y rentabilidad, mediante la evaluación de variables morfométricas y fisiológicas, aplicando metodologías estandarizadas para determinar rentabilidad, rendimiento y adaptabilidad de las variedades de sorgo MALÓN, ADV1302, ADV1350 IG, ADV1250 IG en zonas agroecológicas ecuatorianas de Montalvo, Ventanas y Quevedo. Con los datos registrados se realizaron análisis estadísticos y económicos, donde efectivamente existen diferencias significativas en las variables evaluadas. Los tratamientos empleados mostraron diferencias significativas.

Palabras clave:

ABSTRACT

The genus Sorghum is a cultivated species with worldwide relevance, key in the objective of contributing to achieve food security. Likewise, given its different physiological characteristics, such as its high photosynthetic efficiency and adaptation to adverse conditions, enhanced by the expression of its hybrid vigor, it represents a viable alternative for crop rotation in rice and corn areas. In Ecuador there is little research, related to the behavior and adaptation of this crop, which will achieve the insertion of the sorghum crop in the different agricultural and industrial production systems. In this context, the present work seeks, through the evaluation of four sorghum hybrids, cultivated in three different agroecological zones of the Ecuadorian coast, to determine the adaptability, productivity, and profitability, by evaluating morphometric and physiological variables, applying methodologies standardized to determine profitability, yield and adaptability of sorghum varieties MALÓN, ADV1302, ADV1350 IG, ADV1250 IG in Ecuadorian agroecological zones of Montalvo, Ventanas and Quevedo. Statistical and economic analyzes were carried out with the recorded data, where indeed there are significant differences in the variables evaluated. The treatments used significant differences.

Keywords:

Adaptability, hybrids, agro-ecological zones.

Adaptabilidad, híbridos, zonas agroecológicas.

INTRODUCCIÓN

El sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) es uno de los principales cereales producidos en el mundo, esta especie representa a todos los sorgos silvestres y cultivados de tipo anual (Filippi & Cartes, 2020). El sorgo toma una gran relevancia no solo por su papel en la alimentación y como forraje, sino también desde un punto de vista socioeconómico y biotecnológico. Esta planta ha sido muy utilizada por el hombre en áreas cálidas y secas (grano, forraje, materia prima para bebidas alcohólicas, fibra y otros usos especiales). Es junto a la cebada el cuarto cereal más importante en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz (Maqueira López et al., 2016). Su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas, así como su tolerancia al estrés abiótico lo hace una especie de gran interés (Carrasco, et al., 2011).

El uso de especies gramíneas que aportan un alto volumen de rastrojo es clave para la estabilidad de los sistemas agrícolas sostenibles. La inclusión del sorgo granífero en las rotaciones agrícolas mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, debido al gran aporte de residuos de cosecha (García Batista, et al., 2020). Sin embargo, el déficit de granos previsto a partir del 2050 será de 450 millones de toneladas anuales, lo cual equivale a 220 kg ha-1 per cápita, por lo que se hace necesario crear estrategias para incrementar la producción con altos rendimientos (Pérez, et al., 2010).

Adicionalmente, la presencia del sorgo en las secuencias contribuye a controlar la erosión hídrica y la fijación de carbono. En el Norte de la Región Pampeana, el sorgo compite en la rotación con otros cultivos estivales y puede ser implantado en zonas donde el maíz no es rentable debido a la ocurrencia de seguías durante el período crítico del cultivo y su grano puede reemplazar o complementar al grano de maíz en la elaboración de alimentos balanceados. Otra ventaja que tiene este cultivo en relación a la soja y al maíz es su menor exportación de nutrientes del sistema y su mayor aporte de rastrojos. Sin embargo, las bajas producciones obtenidas en sorgo, son debidas principalmente a serias limitantes de índole nutricional y que por lo tanto limitan la obtención de rendimientos suficientemente rentables (García Batista, et al., 2020).

Las plantas de sorgo son más eficientes que las de otros cereales en la absorción de agua y nutrientes, ya que tienen un sistema radical fibroso, ramificado y profundizador, que puede ser hasta dos veces más grande respecto al cultivo del maíz (Filippi & Cartes, 2020). La eficiencia en el uso del agua significa aumentar su productividad, esto es, reducir la intensidad de su uso, mejorar su asignación entre los diferentes usos a fin de obtener un mayor valor socioeconómico por gota de agua (Gómez, 2009).

En los últimos años ha crecido el interés en diversos países por la utilización del sorgo del tipo dulce como fuente de bioenergía, ya que esta especie presenta altos contenidos de biomasa y produce azúcar soluble convertible en bioetanol, mientras que las fibras residuales del proceso de extracción del jugo se pueden emplear para generar electricidad (Falasca & Bernabé, 2016).

Es por ello que resulta fundamental para la introducción de cultivares de la especie, evaluar el comportamiento de los mismos en diferentes ambientes (localidades y años), con la finalidad de aumentar el espacio de inferencia y la potencia para explorar la interacción de los genotipos con los ambientes y, por lo tanto, conocer el grado de estabilidad de los distintos híbridos a diferentes ambientes (Balzarini et al., 2005). Los ensayos de cultivares en distintos ambientes y campañas permiten examinar tanto la estabilidad como la adaptación especifica de una gran parte de los híbridos comerciales, una información necesaria para elección de la semilla a comprar (Díaz, 2018).

Ecuador no dispone de suficientes materiales genéticos de sorgo adaptados a las condiciones agroecológicas en las zonas potenciales, por lo que, es necesario realizar estudios de rendimientos y adaptación, con el fin de aprovechar las condiciones favorables para el desarrollo de este material en el litoral. En el caso de la península de Santa Elena, donde las pérdidas económicas de cultivos tradicionales por seguía son frecuentes, es importante buscar cultivos alternativos con mayores ventajas agronómicas, pero especialmente con una mayor capacidad para tolerar la sequía (Ortega, 2011).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del grano de cuatro diferentes híbridos de sorgo de grano simple MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350, ADVANTA 1250 y su adaptabilidad en tres agroecosistemas de la provincia de los Ríos, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en tres zonas agroecológicas, Montalvo, Ventanas y Quevedo pertenecientes a la provincia de Los Ríos (Tabla 1), durante la época seca, comprendida entre los meses de mayo a noviembre, que es la época con el menor registro de precipitaciones. La temperatura promedio en estas localidades oscila entre los 24° y 28° C tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 1. Coordenadas y localidades de las tres zonas agroecológicas de estudio.

Cantón / Provincia	Localidad	Coordenadas
Montalvo	La Clementina	1°47'42", WS 79°17'25"
Ventanas	México Lindo	1°22'59,69", WS 79°37'44,38"
Quevedo	San Carlos	0°40'19", WS 79°27'13"

Tabla 2. Condiciones climáticas predominantes y características del suelo en las zonas agroecológicas evaluadas.

Parámetros	Montalvo	Quevedo	Ventanas
Temperatura (°C)	24.2	22.6	25.2
RH (%)	88	84.0	86.0
Heliofanía (Horas luz año)	768	894.0	894.0
Precipitación (mm)	1750	2252.5	1577.8
рН	6.5	6.0	6.7
Topografía	Plana	Regular	Irregular
Textura de Suelo	Arcillosos	Franco/Arcilloso	Franco/Arcilloso

Se sembraron cuatro híbridos de sorgo, MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350, ADVANTA 1250 con características particulares (Tabla 3).

Tabla 3. Características referenciales de los cultivares evaluados en tres zonas agroecológicas.

HÍBRIDO	TIPO	USO	CICLO	COMPORTAMIENTO	TIPO DE PANOJA	CONTENIDO DE TANINO CONDENSADOS
MALÓN	Granífero	Grano o sila- je de planta entera	Largo	Excelente	Se- mi-Abierta	Alto
ADV 1302	Granífero	Grano o sila- je de planta entera	Intermedio – largo	Excelente	Se- mi-Com- pacta	Alto
ADV 1350 IG	Granifero	Grano o sila- je de planta entera	Intermedio – largo	Excelente	Semi-laxa	Alto
ADV 1250 IG	Granifero	Grano o sila- je de planta entera	Intermedio – largo	Excelente	Semi-laxa	Alto

ADV: Advanta

Las unidades experimentales donde se evaluaron los cultivares, se establecieron siguiendo un diseño de bloques completos al azar (DBCA). Se realizaron 4 tratamientos en 4 repeticiones. Cada parcela donde se evaluaron los tratamientos constó de 6 hileras de 5.0 m de largo con un distanciamiento entre surcos de 0.5 m, de los cuales se cosecharon los dos surcos centrales. La siembra de los híbridos de sorgo se realizó manualmente a chorro continúo simulando una siembra mecanizada con una población de 9 a 11 semillas por metro lineal, dando una población aproximada de 180 mil plantas por hectárea.

Las parcelas experimentales se fertilizaron con 150 Kg ha-1 de formulado como 10-30-10 para N-P-K respectivamente durante el tiempo de siembra; seguido de 130 Kg ha-1 de Urea (46% N) repartido en tres aplicaciones, la primera al momento de la siembra, la segunda y tercera fertilización a los 15 y 30 días después de la siembra respectivamente. El fertilizante foliar complementario se aplicó dos veces durante el ciclo del cultivo

utilizando Evergreen, Excel Ag Corp. USA a razón de 1L ha-1. Los ensayos se llevaron a cabo en condiciones de época seca utilizando únicamente la humedad remanente y cada lugar se consideró como un ambiente único debido a las diferencias de precipitaciones pluviales, temperatura media, humedad y tipo de suelo como se presenta en la Tabla 2. El control de malezas se lo realizó de forma convencional, los productos a aplicar van a depender del complejo de malezas presente en el terreno al momento de la siembra del cultivo. La semilla fue tratada con insecticidas y fungicidas para protegerla de insectos plagas del suelo.

Variables del estudio

Las variables evaluadas fueron días a germinación y floración (al 50% de las plantas), Los cultivares se clasificaron por los días a floración en: Ciclo corto (< 62 días), Ciclo Intermedio (63 – 70 días a floración) – Ciclo Largo (> 70 días a floración) (Giorda & Cordes, 2014), y una semana antes de la madurez fisiológica, se midieron altura de planta (en cm, se determinó a través del valor promedio de cada cultivar evaluado al final del ciclo, medido desde la base de la planta hasta el extremo distal de la panoja en centímetros), longitud de panoja (Se seleccionaron cinco panojas al azar por cada híbrido y se midió su longitud (cm), desde el nudo hasta el extremo distal de la panoja), excersión (en cm, de la lígula de la hoja bandera a la base de la panoja), peso de 1000 granos (se contaron mil granos cosechados por cada hibrido evaluado y se los pesó, estos se expresan en gramos ajustados al 13% de humedad). Las tomas de datos están de acuerdo a las recomendaciones sugeridas por House (1985).

Rendimiento. Se determinó el rendimiento obtenido y los resultados se expresan en Kg ha-1 y el rendimiento se ajustó a un 13% de humedad, para ello se utilizó la siguiente formula:

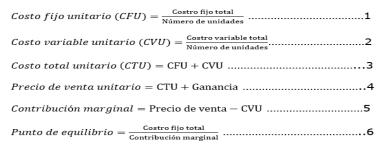
$$%M = ((Hi - Hf) / (100 - Hf)) \times 100$$

Evaluación de la severidad de enfermedades. Se evaluó la incidencia de cuatro enfermedades (Tabla 4) sobre el área foliar y panoja en los cuatro híbridos de sorgo en las tres zonas agroecológicas. Para esto, se tomaron de manera aleatoria plantas de las dos hileras centrales de cada parcela experimental. Para la medición de la severidad de las enfermedades se propuso una escala, en la cual se describe numérica y verbalmente las clases o categorías que se distinguen en la evaluación de cada enfermedad (Castaño Zapata & Del Río, 1993).

Tabla 4. Descripción de enfermedades y escala de evaluación de severidad determinadas en cuatro híbridos de sorgo (MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350, ADVANTA 1250) en tres zonas agroecológicas.

Nombre Científico	Enfermedad	Abreviatura		ESCALA DE LA ENFERMEDAD
Puccinia sorghi	Roya	RY		
Cercospora sp	Cercospora sp	CR	1 – 2	Síntomas muy leves en hojas o panojas, afectando 1% del área foliar o panoja
Antracnosis	Antracnosis	ANT		Síntomas cubriendo 10% del área foliar o panoja
Helmisnthosporium turcicum	Tizón	TZ	3 – 6	Síntoma cubriendo 25% del área foliar o panoja
Sphacelia sorghi	Rocío azucarado	RC	7 – 8 9 - 10	Síntomas cubriendo 50% del área foliar o panoja

Análisis Económico. Se evaluó la incidencia económica de los híbridos de sorgo mediante seis fórmulas, que se detallan a continuación:



Para el análisis estadístico de las variables se sometieron a pruebas de normalidad y homocedasticidad para verificar el cumplimiento de los supuestos requeridos por lo datos. Los datos relativos a las variables evaluadas

se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey (P < 0.05), para establecer diferencias estadísticas entre las interacciones de los tratamientos. Se utilizó el software estadístico InfoStat Ver. 2017.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la emergencia de sorgo los diferentes híbridos no demostraron variabilidad, dicha etapa tiene una duración entre 3 a 10 días después de la siembra cuando las condiciones como temperatura, humedad, profundidad de siembra y el vigor del híbrido son las adecuadas (FORRATEC, 2015). En la presente investigación todos los híbridos emergieron entre los 4 y 5 días después de la siembra. Para el número de días a la floración fluctuó entre 61 a 77 días, siendo el Híbrido Malón el más precoz, iniciando su floración al día 61 en La Clementina, situación que ocurre en diversos materiales que pueden llegar a esta etapa fenológica en aproximadamente 62 días después de la emergencia (Fossati, 2000). Por porta parte, la localidad de México Lindo registró 67 días y 65 días en San Carlos para el híbrido Malón coincidiendo en los estudios realizados por Williams & Arcos (2015), en donde los valores referentes a floración fluctuaron entre 55 a 66 días, por lo que los valores encontrados se ubican más bien dentro de los genotipos precoces (Tabla 5).

En clementina los híbridos en estudio no presentaron diferencias significativas con valores entre 106.9 a 124.3 cm. Los híbridos más altos para México lindo fue MALON con 154.3 y 146.9 cm estadísticamente iguales, superiores a los encontrados en San Carlos con valores que oscilan entre 118.4 y 139 cm, los cuales no presentaron acame, coincidiendo con Williams & Arcos (2015), en donde enuncia que los híbridos más altos fueron los experimentales RB-5x430 REA (198 cm) y RB27x430 REA (200 cm). Los sorgos con alturas de planta superiores a 1,70 m son indeseables, ya que suelen presentar problemas de acame y dificultad para la cosecha mecánica. La mayor altura de planta de estos híbridos se asocia al progenitor masculino 430 REA. Sin embargo, hay datos que garantizan que híbridos de sorgo con altura de 80 cm presentan mejores rendimientos que alturas entre 40 y 60 cm destacando materiales destinados a forraje (Fassio, et al., 2002) (Tabla 5).

El híbrido MALÓN en las 3 zonas agroecológicas registró el valor más alto para longitud de panoja con 26.20 cm y 26.40 cm, estadísticamente superiores a los demás híbridos en estudio que presentaron valores entre 19.9 a 22.8 cm. De acuerdo a, Medina, (2016) la longitud de la panoja está ligada a los escenarios ambientales, nutrición y fotoperiodo como aspectos condicionantes para el desarrolla la panícula, donde las medidas aproximadas oscilan entre 28.75 cm a 29.30 cm según los resultados de la caracterización morfoagronómica del sorgo CIAP 132-05, (Tabla 5).

Todos los híbridos presentaron longitudes superiores a 27.5 cm, siendo el híbrido ADV 1250 en la zona "La Clementina" el que registró el valor más alto con 36.2 cm. (House, 1985) indica que los sorgos con buena exersión son aquellos que presentan más de 10 cm; por lo tanto, todos los genotipos presentan una excersión adecuada para la cosecha mecánica del grano. Además, Salvador (2007), menciona que la exersión garantiza la cosecha mecanizada y tolerancia ante la presencia de enfermedades y plagas. Ya que, si la longitud de la exersión es mayor hace que los granos queden fuera de la hoja bandera, limitando el daño por agentes patógenos en el inferior de la panoja (Villeda Castillo, 2014) (Tabla 5).

En cuanto al peso de mil semillas el promedio para las tres zonas osciló de 22.9 a 32.6 gr, presentando diferencias estadísticamente significativas entre los distintos híbridos participantes destacando el híbrido MALÓN con pesos de 31, 39.3 y 35 gr. Difiriendo con los resultados obtenidos por (Manlla & Cestellarín, 2017) para el peso de mil semillas el promedio fue de 25.1 gr. presentando diferencias entre los distintos híbridos participantes (Gen 21 T con 17.7 g. a SYT 70 con 35 g) (Tabla 5).

El rendimiento obtenido en la producción de sorgo cultivado en tres localidades diferentes de la provincia de Los Ríos se observa en la Figura 1, en la localidad de La Clementina no se detectaron diferencias significativas entre los híbridos cultivados según la prueba de Tuckey (p<0.05), situación similar ocurrió con los materiales sembrados en las localidades de México Lindo y San Carlos donde los rendimientos obtenidos no demostraron diferencias estadísticas. Sin embargo, en México Lindo se registraron rendimientos más altos en relación a las otras localidades evaluadas, siendo el mayor rendimiento el del hibrido de sorgo ADV 1302 con 3,545.60 kg, cabe indicar que los rendimientos obtenidos tienen relación con el tipo de entorno en el que se desarrolla el cultivo, ya que las condiciones presentes en las diferentes localidades exponen a la planta ante variaciones del medio e influye directamente en el desarrollo foliar y su producción (Hernández & Soto, 2013).

Tabla 5. Variables de respuesta cuatro híbridos de sorgo, MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350, ADVANTA 1250, evaluados en tres zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador.

Zonas agro- ecológicas	Híbrido	# de (germ		s a la ción flo	de lías a la ora- ión	Altura de plar	nta	Longitud (panoja	de	Longitud (excersión panoja		Diámetro panoja		Peso de 10 semillas (g	
	MALÓN	5±1.63	а	61±1.63	С	124.33±7.77	а	26.38±3.19	а	32.26±2.03	ab	4.43±0.53	а	31±1.41	а
Clementina	ADV 1250	4±1.63	а	67±1.63	b	106.91±8.29	а	19.9±1.49	b	36.21±2.68	а	3.75±0.49	а	21.25±1.50	b
	ADV 1350	4±1.63	а	74±1.63	а	119.08±10.13	а	20.27±1.54	b	34.98±1.19	а	4.09±0.39	а	19.25±1.50	b
La	ADV 1302	4±1.63	а	66±1.63	b	107.75±11.59	а	21.07±2.62	b	29.11±2.27	b	3.85±0.50	а	20.25±1.26	b
	CV (%)	38.4		2.4		8.4		10.6		6.37		11.92		6.2	
	MALÓN	5±1.63	а	67.25±0.50) c	154.25±7.82	а	26.21±2.23	а	29.35±3.84	а	4.46±0.21	а	39.25±1.71	а
Lindo	ADV 1250	5±1.63	а	72.25±0.50	b	136±4.54	bc	21.56±1.25	b	30.22±3.38	а	4.1±0.14	ab	31±1.83	b
México Lindo	ADV 1350	5±1.63	а	79.75±0.50) a	146.91±8.80	ab	21.15±1.01	b	27.51±2.58	а	4.16±0.30	ab	30±1.63	b
Σ	ADV 1302	5±1.63	а	72.25±0.50) b	125.5±2.47	С	22.83±1.16	b	27.53±2.69	а	3.82±0.44	b	30.27±1.55	b
	CV (%)	32.7		0.7		4.56		6.5		11.04		7.1		5.2	\prod
	MALÓN	5±1.63	а	65±1.41	С	139±8.04	а	26.15±2.89	а	30.7±2.22	а	4.3±0.39	а	35±1.15	а
Carlos	ADV 1250	5±1.63	а	72.5±0.58	b	125.5±11.56	ab	21.47±2.11	ab	28.73±3.39	а	4.35±0.50	а	28.75±2.22	b
San Ca	ADV 1350	5±1.63	а	77.75±0.96	a a	136.16±7.29	ab	20.88±2.57	b	31.95±1.86	а	4.57±0.50	а	28.75±2.50	b
	ADV 1302	5±1.63	а	74±0.82	b	118.41±7.24	b	21.48±2.25	ab	29.51±3.08	а	3.71±0.47	а	28.75±2.87	b
	CV (%)	32.7		1.4		6.7		11.1		9.0		11.0		7.5	

Los valores muestran la media \pm Desv. Est.; CV: coeficiente de variación; las medias en la misma columna con letras iguales denotan ausencia de difetencias significativas (P < 0.05).

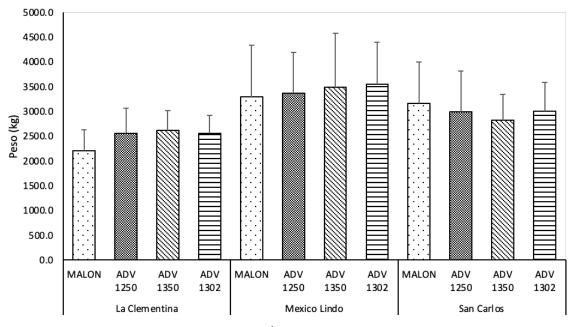


Figura 1. Rendimiento de los híbridos de sorgo MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350 y ADVANTA 1250 en kg ha-1 ajustados al 13% de humedad evaluados en tres zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador.

En la incidencia de enfermedades en el cultivo de sorgo se identificaron cinco diferentes síntomas correspondientes a agentes patógenos característicos del cultivo de los cuales, *Puccinia sorghi* registró una presencia con más del 25% del área foliar de la planta en los diferentes híbrido de las tres localidades evaluadas, la misma que está ampliamente distribuida manifestándose al florecer la planta y condiciones de humedad alta, su presencia puede comprometer hasta el 65% de los rendimientos e incluso ocasionar la pudrición del tallo (Barragan, 1993; Velazquez, 2019). Por otra parte, la antracnosis registró mayor presencia en el híbrido ADV1302 presentando síntomas con más del 50% de afectación en el parte foliar y panoja siendo una patología de mayor importancia cuando ataca el pedúnculo de la planta ocasionando granos vanos y panojas pequeñas (González, et al., 2011). La localidad de México Lindo registró también presencia de antracnosis en los híbridos cultivados con más del 25% de presencia en las plantas.

El rocío azucarado o también conocido como ergot registró síntomas de presencia de la enfermedad en La Clementina con plantas que registraban el 50% del área foliar afectada en los híbridos de MALON, ADV1350 y ADV1302, en donde, los dos últimos híbridos mencionados también registraron dichos niveles de incidencia en la localidad de México Lindo, esta enfermedad se caracteriza por limitar el desarrollo del esclerocio que conlleva a la formación del estado sexual de la planta, inclusive reduce la cantidad y calidad de los granos dificultando las actividades en la cosecha (Velazquez & Formento, 2015).

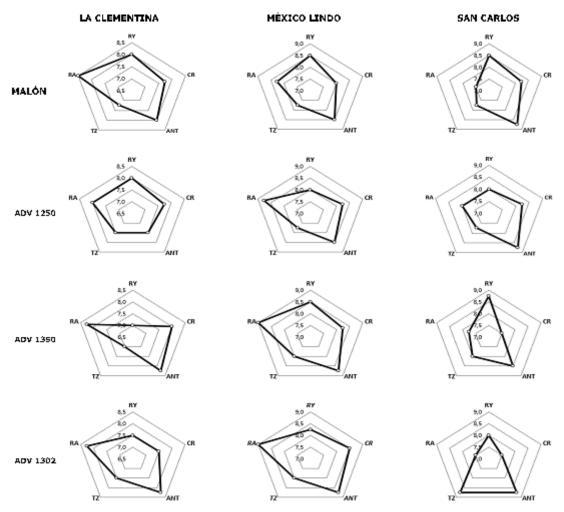


Figura 2. Severidad de enfermedades de los cuatro híbridos de sorgo en kg ha-1 evaluados en tres zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador. RY: Roya; CR: Cercospora sp; ANT: Antracnosis; TZ: Tizón; RA: Rocío azucarado.

En la tabla 6 se presentan los costos de producción generados en el proceso productivo del Sorgo permiten determinar la relación entre los costos fijos y variables empleados, siendo necesarios para mantener el funcionamiento de un proyecto (Reynoza *et al.*, 2017). Los costos variables se relacionan a cada uno de los insumos agrícolas aplicados que conglomera a productos herbicidas; insecticidas; fungicidas; semilla cuyos precios corresponden a los ofertados en las diferentes casas comerciales del país, además de determinar los gastos de producción y mano de obra solicitada incurriendo en un total de \$638.15 en los costos directos. Por

otra parte, los costos indirectos se consideraron los gastos de administración relacionado a la supervisión o asesoría aplicada en el desarrollo del cultivo y gastos concernientes a la cosecha y transporte del grano cuyo valor total es de \$250.00.

Tabla 6. Costos totales de producción los híbridos de sorgo MALÓN, ADVANTA 1302, ADVANTA 1350 y AD-VANTA 1250 evaluados en tres zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador.

Detalles	Valor Unitario	Unidades	Co	Costo Total		
Detailes		Unidades	Fijos	Variables		
1. Costos Directos						
Materiales						
Semilla	\$ 66.60			\$ 66.60		
Herbicidas	\$ 34.05			\$ 34.05		
Insecticidas	\$ 56.00			\$ 56.00		
Fungicidas	\$ 27.50			\$ 27.50		
Fertilizantes	\$ 234.00			\$ 234.00		
Mano de Obra						
Jornales	\$ 15.00	8		\$ 120.00		
Gastos de producción						
Rozadora	\$ 25.00	1		\$ 25.00		
Sembradora	\$ 75.00	1		\$ 75.00		
Total Costos Directos				\$ 638.15		
2. Costos Indirectos						
Gastos Administrativo						
Supervisión	\$ 100.00		\$ 100.00			
Gastos de cosecha y transporte						
Cosecha (Trillado)	\$ 90.00	1	\$ 90.00			
Transporte	\$ 60.00	1	\$ 60.00			
Total de Costos Indirectos			\$ 250.00			
TOTAL			\$ 250.00	\$ 638.15		

La producción de los materiales de sorgo registró diferencias notables en cuanto a la obtención de utilidades en las diferentes localidades cultivadas, en la Tabla 7 se puede observar el rendimiento, los ingresos y egresos generados en la siembra del hibrido de sorgo MALON en las tres localidades evaluadas, obteniendo la mayor utilidad en México Lindo con \$ 500.79 y una relación B/C de 1.56, es decir que por cada dólar invertido se ha obtenido una ganancia de \$0.56 centavos y en La Clementina registró la menor utilidad con éste mismo híbrido obteniendo \$67.98 con una relación B/C de 1.08.

Tabla 7. Rendimiento y utilidades del híbrido de sorgo MALÓN.

La Clementina	México Lindo	San Carlos
3084.30	4480.46	3723.52
\$ 956.13	\$ 1,388.94	\$ 1,154.29
\$ 418.15	\$ 418.15	\$ 418.15
\$ 120.00	\$ 120.00	\$ 120.00
\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00
	\$ 956.13 \$ 418.15 \$ 120.00 \$ 100.00 \$ 100.00	\$ 956.13 \$ 1,388.94 \$ 418.15 \$ 418.15 \$ 120.00 \$ 120.00 \$ 100.00 \$ 100.00 \$ 100.00

Total de Egresos	\$ 888.15	\$ 888.15	\$ 888.15	
Utilidad Neta	\$ 67.98	\$ 500.79	\$ 266.14	
Relación B/C	1.08	1.56	1.30	

Nota: el precio de venta por kg es de \$0.31

En la Tabla 8, se observa los rendimientos del hibrido de sorgo ADV1302 cuyos valores fueron similares en las tres localidades, hay que destacar que en la siembra de este hibrido se obtuvieron significativas pérdidas que superan los \$200, siendo en San Carlos la localidad que obtuvo el rendimiento más bajo y la mayor pérdida con -\$242.95 siendo de 0.73 la relación B/C que obtuvo este material.

Tabla 8. Rendimiento y utilidades del híbrido de sorgo ADV1302.

Detalles	La Clementina	México Lindo	San Carlos
Rendimiento Kg	2156.18	2196.28	2081.29
Ingresos			
Ventas	\$ 668.42	\$ 680.85	\$ 645.20
Egresos			
MPD	\$ 418.15	\$ 418.15	\$ 418.15
MOD	\$ 120.00	\$ 120.00	\$ 120.00
CIF	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
Gastos Administrativos	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
Gastos de cosecha y transporte	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00
Total de Egresos	\$ 888.15	\$ 888.15	\$ 888.15
Utilidad Neta	-\$ 219.73	-\$ 207.30	-\$ 242.95
Relación B/C	0.75	0.77	0.73

Nota: el precio de venta por kg es de \$0.31

En el caso del proceso productivo del híbrido ADV1350, en la Tabla 9 se registran los rendimientos y utilidades de este material. En el recinto México Lindo se obtuvo la mayor utilidad con \$235.61 alcanzando rendimientos de 3,625.02 kg por hectárea con una relación B/C de 1.27, por otra parte, se registraron pérdidas en La Clementina de -\$176.11 con un valor de 0.80 en la relación B/C.

Tabla 9. Rendimiento y utilidades del híbrido de sorgo ADV1350.

Detalles	La Clementina	México Lindo	San Carlos	
Rendimiento Kg	2296.90	3625.02	3092.30	
Ingresos				
Ventas	\$ 712.04	\$ 1,123.76	\$ 958.61	
Egresos				
MPD	\$ 418.15	\$ 418.15	\$ 418.15	
MOD	\$ 120.00	\$ 120.00	\$ 120.00	
CIF	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	
Gastos Administrativos	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00	
Gastos de cosecha y transporte	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00	
Total de Egresos	\$ 888.15	\$ 888.15	\$ 888.15	

Utilidad Neta	-\$ 176.11	\$ 235.61	\$ 70.46
Relación B/C	0.80	1.27	1.08

Nota: el precio de venta por kg es de \$0.31

En la Tabla 10, se registran los rendimientos y utilidades del hibrido ADV1250, el cual obtuvo sus mayores rendimientos en la localidad de México Lindo con 3,391.88 kg ha⁻¹ de sorgo con una utilidad de \$163.33 y relación de B/C de 1.18. Sin embargo, en La Clementina se registraron pérdidas de -\$145.89 con una relación B/C de 0.84 obteniendo el rendimiento más bajo en relación a los otros cantones.

Tabla 12. Rendimiento y utilidades del híbrido de sorgo ADV1250.

Detalles	La Clementina	México Lindo	San Carlos
Rendimiento Kg	2394.38	3391.88	3067.38
Ingresos			
Ventas	\$ 742.26	\$ 1,051.48	\$ 950.89
Egresos			
MPD	\$ 418.15	\$ 418.15	\$ 418.15
MOD	\$ 120.00	\$ 120.00	\$ 120.00
CIF	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
Gastos Administrativos	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 100.00
Gastos de cosecha y transporte	\$ 150.00	\$ 150.00	\$ 150.00
Total de Egresos	\$ 888.15	\$ 888.15	\$ 888.15
Utilidad Neta	-\$ 145.89	\$ 163.33	\$ 62.74
Relación B/C	0.84	1.18	1.07

Nota: el precio de venta por kg es de \$0.31

Finalmente, en la figura 3, se presenta II punto de equilibrio en la producción de sorgo se relaciona a los costos fijos, costos variables, precio de venta y costos totales o unitarios determinando en el proceso productivo de cada kg de sorgo de los híbridos MALON, ADV1302, ADV1350 y ADV1250. El cálculo del punto de equilibrio indica que la obtención de aproximadamente 2,473.88 kg de sorgo producidos permite cubrir los costos fijos y variables que conlleva el proceso productivo de esta gramínea. Los datos empleados para obtener el punto de equilibrio fueron los siguientes: Costo Fijo Unitario (\$ 0.08), Costo Variable Unitario (\$ 0.21), Costo Total Unitario (\$ 0.29), Precio de Venta Unitario (\$ 0.31), Contribución Marginal (\$ 0.10). Cabe destacar que los costos de producción directos e indirectos no registran ninguna diferencia en el proceso productivo de los cuatro híbridos de sorgo en las diferentes localidades correspondientes a La Clementina, México Lindo y San Carlos. Por lo tanto, la obtención del punto de equilibrio se encuentra en la producción de aproximadamente 2,473.88 kg o 54.42 qq de sorgo, de esta manera, se cubren la totalidad de los costos.

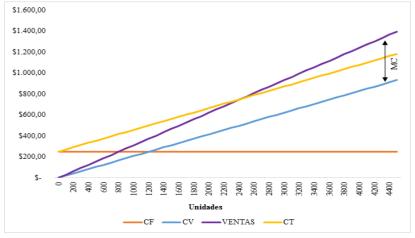


Figura 3. Punto de equilibrio de la producción de sorgo. CF: Costos Fijos; CV: Costos Variables; CT: Costos Totales; MC: Margen de Contribución.

En relación al análisis económico en la producción de sorgo se logra evidenciar que las mayores utilidades se obtienen en aquellos materiales que alcanzaron los rendimientos mayores, siendo necesario un análisis más profundo con base en las necesidades del cultivo en nutrición balanceada y manejo integral de enfermedades. Según Ramírez, (2012) y Rodríguez, (2015), los resultados obtenidos en la prueba de diferentes distanciamientos de siembra del cultivo de sorgo en el cantón Ventanas, los rendimientos obtenidos superan los 4.000 kg por hectárea con utilidades mayores a \$400 con el híbrido P83G19 de la empresa Pionner.

CONCLUSIONES

Como base fundamental en los resultados obtenidos se evidenció que la localidad de México Lindo obtuvo los rendimientos mayores y mejor comportamiento agronómico de los materiales evaluados de híbridos de sorgo, destacando que se convierte en un sitio clave para nuevas evaluaciones de este potencial cultivo como alternativa para la diversificación agrícola para los productores agrícola de esta zona. La producción de sorgo requiere una importante atención en la búsqueda de mayores beneficios, que pueden relacionarse a mejorar su capacidad productiva mediante el empleo de planes de fertilización y manejo integrado de enfermedades que garanticen un desarrollo óptimo de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balzarini, M., Bruno, C., & Arroyo, A. (2005). Análisis de ensayos agrícolas multi-ambientales: Ejemplos con Info-Gen. Fac. de Cs. Agropec. UNC, Argentina, 141.
- Castaño Zapata, J., & Del Río, L. (1993). Diagramas de severidad para cuantificar daños provocados por Stenocarpella sp. en maíz (Zea mays L.). CEIBA, 3(2), 249-260.
- Carrasco, N., Zamora, M., & Melin, A. (2011). Manual de Sorgo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 17-18.
- Falasca, S. L., & Bernabé, M. A. (2016). Modelo de zonificación Agroclimática para la producción de sorgo dulce con fines energéticos en Argentina. Revista Geográfica Venezolana, 057(1).
- Fassio, A., Cazzolino, D., Ibañez, W., & Fernández, E. (2002). Sorgo: Destino Forrajero. INIA La Estanzuela.
- Fossati, J. (2000). Comportamiento de cultivares de sorgo granífero. Campaña 1999/2000. Argentina: INTA. Hoja Informativa N° 5. http://rafaela.inta.gov.ar/publicaciones/ documentos/hoja inf/hojainf 5.htm

- García Batista, R. M., Rodríguez Delgado, I., Mas Martínez, R., Pesantes Naranjo, H. E., & Iglesias Pérez, H. (2020). Comportamiento agroproductivo de híbridos de sorgo dulce introducidos en la República de Ecuador. Revista Universidad y Sociedad, 12(3), 240-252.
- Gómez, M. (2009). La eficiencia en la asignación del agua: principios básicos y hechos estilizados en España. Economía y Medio Ambiente ICE, 847.
- González, R., Ávila, J., & Pieruzzim, N. (28 de Julio de 2011). Manejo de las principales enfermedades del sorgo en el estado Portuguesa. https://www.engormix.com/ ganaderia-carne/articulos/manejo-principales-enfermedades-sorgo-t28894.htm
- Hernández Córdova, N., & Soto Carreño, F. (2013). Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. Cultivos Tropicales, **34**(2), 24-49.
- House, L. R. (1985). A Guide to Sorghum Breeding. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Martínez Medina, S. J., Gómez-Kosky, R., Rodríguez Valdés, G., Veitia Rodríguez, N., Saucedo Castillo, O., & Gil Díaz, V. (2016). Caracterización morfoagronómica de plantas de sorgo granífero variedad CIAP 132R-05 regeneradas vía embriogénesis somática en condiciones de campo. Centro Agrícola, 43(3), 73-79.
- Pérez, A., Saucedo, O., Iglesias, J., Wencomo, H. B., Reyes, F., Oquendo, G., & Milián, I. (2010). Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench). Pastos y Forrajes, 33(1).
- Salvador, H., Hernández, M., Ayala, J., Guzmán, R., Borja, C., Alvarado, M., & Calderón, V. (2007). Guía técnica del sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench). Ministerio de Agricultura y Ganadería. CENTA.
- Velazquez, P. D., & Formento, A. N. (2015). Ergot o enfermedad azucarada del sorgo en Entre Ríos. Ciclo agricola 2013/14. INTA.
- Velazquez, P. D. (2019). Enfermedades del sorgo en el centro oeste de entre ríos. Asociación de Argentina de Fitopatólogos, 4, 1-8.
- Villeda Castillo, D. A. (2014). Caracterización morfoagronómica de 15 accesiones de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) con bajo contenido de lignina. Universidad de El Salvador.
- Williams-Alanís, H., & Arcos-Cavazos, G. (2015). Comportamiento agronómico de híbridos y progenitores de sorgo para grano en las Huastecas. Agronomía Mesoamericana, 26(1), 88-97.



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

LA INTERPRETACIÓN BIOCÉNTRICA DEL ENFOQUE INTEGRAL ECO-SISTÉMICO CONTENIDA EN LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

THE BIOCENTRIC INTERPRETATION OF THE COMPREHENSIVE ECOSYSTEM APPROACH CONTAINED IN THE CONSTITUTION OF THE REPUBLIC OF ECUADOR

Manuel Alberto Serrano Sandoval¹ E-mail: nuco.serrano@hotmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5106-5379

Rolando Medina Peña¹

E-mail: rolandormp74@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7530-5552

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Serrano Sandoval, M. A., & Medina Peña, R. (2021). La interpretación biocéntrica del enfoque integral ecosistémico contenida en la Constitución de la República del Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 179-190.

RESUMEN

En la presente investigación, se aborda la interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico contenida en la Constitución de la República del Ecuador 2008, como base para poder comprender y aplicar las técnicas de constitucionalización del medio ambiente, así como mejorar garantía normativa del equilibrio entre el interés público y el interés particular, para conciliar los derechos de la naturaleza y las actividades antrópicas. Los resultados se asocian a la constante preocupación por preservar desde el derecho al Medio Ambiente, específicamente para establecer la necesaria Justicia Ambiental. Como métodos científicos de investigación se emplearon el Hipotéticodeductivo, Histórico-Lógico, Exegético-analítico, Derecho Comparado y el Doctrinal.

Palabras clave:

Derecho ambiental, derechos de la naturaleza, biocentrismo, derecho administrativo, ecosistemas.

ABSTRACT

In this research, the biocentric interpretation of the integral ecosystem approach contained in the Constitution of the Republic of Ecuador 2008 is addressed, as a basis for understanding and applying the techniques of constitutionalization of the environment, as well as improving the normative guarantee of the balance between the interest public and private interest, to reconcile the rights of nature and anthropic activities. The results are associated with the constant concern to preserve from the right to the Environment, specifically to establish the necessary Environmental Justice. As scientific research methods, the Hypothetical-deductive, Historical-Logical, Exegetical-analytical, Comparative Law and the Doctrinal were used.

Keywords:

Environmental law, rights of Nature, biocentrism, administrative law, ecosystems.

INTRODUCCIÓN

La interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico contenida en la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), encuentra pocas referencias en la literatura que aborda este tema en particular. Esta carencia limita la comprensión de las técnicas de constitucionalización del medio ambiente y a su vez la necesaria garantía normativa para que el interés público y el interés particular se mantengan en equilibrio. De esta manera, los derechos de la naturaleza y las actividades antrópicas establecen la conciliación requerida.

Algunos de los más importantes autores sobre este tema lo abordan desde diferentes aristas. Así Calero, et al. (2019), se refieren a las responsabilidades y obligaciones en materia de calidad ambiental. Por su parte, Barragán (2017), hace alusión al derecho de acceso a la información pública ambiental, mientras García-López (2018), refiere la protección de valores culturales o espirituales en las protegidas y Bonilla-Maldonado (2019), áreas se manifiesta en defensa de la imprescriptibilidad de las acciones ambientales. En todos estos casos no se hace alusión a la interpretación biocéntrica tan imprescindible en el constitucionalismo ecuatoriano, dado que el cumplimiento del derecho a un medio ambiente sano es la única forma de garantizar los derechos de la naturaleza.

Otros autores de suma importancia en el tema como Gudynas (2009); Gorosito (2017); y Jaria-Manzano (2019), y no abordan la protección de los derechos de la naturaleza desde la forma constitucional en que el enfoque integral ecosistémico asume el vínculo entre el principio *indubio pro natura* y el derecho a un medio ambiente sano.

Los estudios sobre los derechos de la naturaleza en la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), indican el necesario análisis de la relación entre la versión indígena Sumak Kawsay, el reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos y el derecho a un medio ambiente sano, de ahí la importancia que se le atribuye a esta investigación en función de aportar una mejor comprensión de este tema. Un sentido atribuido al Sumak Kawsay es justificar la protección de los elementos constitutivos del Estado constitucional (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), previsto en el Título I. Sobre ello el artículo 4 plantea concretamente: "El territorio del Ecuador constituye una unidad geográfica e histórica de dimensiones naturales, sociales y culturales, legado de nuestros antepasados y pueblos ancestrales". (p. 9)

El concepto constitucional del *buen vivir* parte de la versión indígena "Sumak Kawsay", para convertirse

en un derecho difuso que concierne a todas las comunidades ante el riesgo o daño ambiental. Esta es la razón más profunda de su difusión colectiva, pues desborda el ámbito comunitario indígena. Se identifica, básicamente, con el derecho a un medio ambiente sano y los derechos de la naturaleza, así como la propuesta del equilibrio, traducido a la función social y ambiental de la propiedad.

En la carta magna ecuatoriana (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), se desplaza la concepción antropocéntrica de la naturaleza como objeto de relación jurídica y en su lugar se coloca el derecho a un medio ambiente sano donde el humano, sin embargo, no es el centro del universo ni un ser que protege a la naturaleza porque solamente le es útil, sino que ambos son consecuencia del equilibrio y el flujo energético recíproco.

Este enfoque biocéntrico genera la convicción de que la naturaleza y el ser humano reciben impactos negativos cuando se genera alguna alteración del equilibrio. Por consiguiente, el Estado y las comunidades deben promover un adecuado flujo de relaciones ecosistémicas en el espacio recíproco de lo social y lo natural, que es el medio ambiente. El derecho a un medio ambiente sano protege este espacio de reciprocidad como parte integral de la misma naturaleza. De esta forma, la manera en que el constituyente distribuye u organiza las normas constitucionales es de un orden complejo creciente, la cual exige siempre de una interpretación biocéntrica de los derechos del buen vivir e incluso parecen rechazarse otras interpretaciones sobre el resto de los derechos si son desfavorables a esta concepción.

Este hecho sirve de inspiración al constituyente, así se plantea su protección, se formaliza el *Sumak Kawsay*, y se cree posible extender una versión a todas las comunidades. Si aquellos celebran a la naturaleza, las demás personas también pueden hacerlo, respetar sus derechos es requisito de la propia existencia humana, el antropocentrismo es desplazado, el biocentrismo es, ahora, quien informa el renacimiento del derecho a un medio ambiente sano. En este sentido, las normas constitucionales deben interpretarse constantemente con enfoque integrador ecosistémico, más allá de someter a crítica alguna dispersión. La certeza del constituyente reside en romper con las vías convencionales que han privilegiado el uso específico de algún recurso natural.

La traducción jurídica o reflejo normativo de la articulación del sistema natural y el sistema sociocultural que conforman el ecosistema, consiste en que el ejercicio de la *actio popularis* que exige el cumplimiento del derecho a un medio ambiente sano es una forma práctica de los derechos de la naturaleza, significa comprender el respeto al derecho ajeno, requisito de la propia existencia humana. Por tanto, concientizar la presencia profunda de la interpretación biocéntrica de enfoque integrador ecosistémico conduce a mejores formas de comprender los derechos de la naturaleza. Esto parece ser inadvertido por Gudynas (2009), cuando, ante la defensa de esos derechos, excluye el imprescindible régimen regulatorio antrópico señalado, cuyos sujetos son los beneficiarios de los servicios ambientales: "En la nueva Constitución ecuatoriana por primera vez se reconocen derechos propios a la Naturaleza o Pachamama. En los principios básicos de aplicación de los derechos, se indica que la "naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución... y con ello se busca romper con la postura antropocéntrica propia de la modernidad, la que se maneja en el campo de los valores instrumentales de uso, beneficio y provecho". (p.16)

En definitiva, se trata de interpretar el uso, beneficio y provecho desde el enfoque integrador ecosistémico para evitar ver siempre en ellos una "postura antropocéntrica", es decir, esta novedad constitucional garantiza el ejercicio del derecho a un medio ambiente sano en estrecha relación con los demás derechos del buen vivir, única forma del respeto efectivo a la naturaleza como sujeto de derecho; exige además, proteger dichos derechos por medio de ciertas técnicas modernas de gestión sostenible de los recursos naturales.

Los métodos utilizados fueron los siguientes: Hipotético-deductivo: se utilizó para deducir, a partir de las cuestiones generales conocidas sobre la regulación de los derechos de la naturaleza, responsabilidad administrativa por daños ambientales y su regulación jurídica, los mecanismos más adecuados para garantizar que por esa vía se alcance la protección de la naturaleza; Histórico-Lógico: sirvió para proyectar las bases de un análisis crítico sobre el derecho de la naturaleza, su regulación en los diversos instrumentos jurídicos dictados internacionalmente y en el Ecuador; Exegético-analítico: para determinar el sentido, alcance y validez de la legislación ecuatoriana en la aplicación de los derechos de la naturaleza, y con ello, la necesidad de su perfeccionamiento; Derecho Comparado: descripción de estructuras normativas en torno al reconocimiento de los derechos de la naturaleza prevista en diferentes legislaciones de otras latitudes, así como un acercamiento a sus experiencias positivas y ddoctrinal: gracias al cual se partió del análisis de las diferentes posturas que han asumido avezados especialistas en la materia, confrontando de manera crítica y exhaustiva, cada una de las posiciones asumidas en este contexto, en correlación con el análisis de la legislación vigente, para verificar la necesidad de su perfeccionamiento.

Esta, investigación, es resultado del trabajo dentro de los proyectos de investigación de la Carrera de

Derecho: Fundamentos jurídico-metodológicos para la conformación de un sistema de pagos por servicios ecosistémicos (SPSE) en bosques ecuatorianos (Medina, et al., 2017) y Fundamentos epistemológicos del neoconstitucionalismo latinoamericano. Aciertos y desaciertos en su regulación jurídica y aplicación práctica en Ecuador (Medina, et al., 2021).

DESARROLLO

La Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), ha refrendado según el artículo 57.1: *Mantener, desarrollar y fortalecer libremente su identidad, sentido de pertenencia, tradiciones ancestrales y formas de organización social*. En éste se expresa la dimensión histórica del derecho a la naturaleza basada en una relación de consumo de las comunidades indígenas con los distintos ecosistemas de forma armoniosa y el respeto a su cosmovisión en el plano cósmico, el inframundo, los nexos simbólicos rituales y las autoridades comunitarias.

A lo largo de un extenso período de la historia de la Humanidad, sobre todo a partir del esplendor del imperio Inca hasta la actualidad, el trueque ha sido la forma de intercambio entre las comunidades localizadas en diferentes espacios geográficos. En esta práctica se establecen sistemas de reciprocidad sostenibles y a su vez garantes de la soberanía alimentaria, la cual está muy vinculada con la concepción del orden cósmico andino. De esta forma se evidencia la dimensión social del principio ordenador de complementariedad hacia el uso de la fuerza de trabajo, el intercambio de productos, las relaciones de parentesco y los valores simbólicos.

El derecho a la naturaleza ha existido en la historia a partir del denominado derecho consuetudinario y resulta significativo reconocer su ubicación como rango constitucional. De acuerdo con el numeral 10 del artículo 57 (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), las comunidades indígenas pueden incluso desarrollarlo con prácticas modernas en el campo de la normatividad del derecho público.

El reconocimiento y garantía del derecho consuetudinario evidencia la función social del derecho colectivo a la propiedad característica del *Sumak Kawsay*. A partir de aquí se establece un vínculo social, intercultural y plurinacional de los propietarios con elementos básicos de conservación o regeneración de la naturaleza establecidos por el Derecho Administrativo Ambiental y el dominio público general sobre los recursos naturales del país.

El artículo 379.2 del *régimen del buen vivir* (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), se apropia de la interpretación biocéntrica e incluye al patrimonio natural en el concepto de patrimonio cultural tangible e intangible: *Las edificaciones, espacios y conjuntos*

urbanos, monumentos, sitios naturales, caminos, jardines y paisajes que constituyan referentes de identidad para los pueblos o que tengan valor histórico, artístico, arqueológico, etnográfico o paleontológico. Este concepto abarca al derecho a la naturaleza a partir del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y/o su disfrute simbólico, a imagen del Sumak Kawsay. Es por ello el gran interés público en proteger sus principios, códigos y valores que han permanecido durante más de quinientos años.

La interpretación biocéntrica de enfoque integrador ecosistémico brinda la posibilidad de esclarecer cualquier supuesta contradicción entre el artículo 74 del texto constitucional y los derechos de la naturaleza: Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente v de las riquezas naturales que les permitan el buen *vivir*. El concepto constitucional del *buen vivir* genera un derecho difuso relativo a todas las comunidades y su ejercicio será la única vía para el respeto efectivo a la naturaleza como sujeto de derecho o una forma práctica de los derechos de la naturaleza.

De esta forma, en el reconocimiento histórico del derecho a la naturaleza, la propuesta constitucional del buen vivir se enfoca a la construcción de un modelo de desarrollo sostenible orientado a la búsqueda del equilibrio entre mercado-derechos-ambiente. Para ello propone la extensión de la defensa de la propiedad ante daños ambientales, unido al reclamo consciente por la pérdida de la biodiversidad o degradación de los ecosistemas.

Al respecto, el artículo 74 (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), aborda los beneficios ecosistémicos que se generan a partir de la interacción de las comunidades y los ecosistemas, entendido como derecho a la naturaleza. De manera que los sujetos son beneficiarios de los servicios ecosistémicos, su garantía jurídica, representa la articulación entre el sistema natural y el sociocultural, siendo el hombre parte de la naturaleza. Este hecho es así independientemente de su voluntad, lo cual permite comprender que la trasgresión de los derechos de la naturaleza obstaculiza el ejercicio del derecho a un medio ambiente sano.

Los sujetos beneficiarios de los servicios ecosistémicos son los sujetos del derecho a un medio ambiente sano. El constituyente lo retoma en los derechos de la naturaleza abordados en el artículo 74 (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), no solo por ser una cuestión propia de la existencia humana, sino por la interrelación antes mencionada. La explotación de los recursos naturales se sustenta en la regulación biocéntrica y su comprensión en toda su magnitud debe ser a partir de la interpretación íntegra del texto constitucional.

Un concepto amplio de naturaleza se alcanza en su máxima generalidad en el artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008). El mismo abarca la reproducción y realización de la vida como la función básica, para después tomar en consideración tres campos fundamentales: el medio ambiente, los ecosistemas y la biodiversidad. Así, cuando aparece uno de esos campos, se debe comprender que el constituyente utiliza el enfoque integrador ecosistémico para concentrarse en su regulación, siendo imposible hacerlo al margen del resto. Esta determinación se puede constatar en la Sección primera del Capítulo segundo perteneciente al Título VII sobre el régimen del buen vivir, denominada "Naturaleza y ambiente" (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), al establecerse las bases generales de las demás secciones sobre todo por contener los principios ambientales, entre otros.

Los derechos de la naturaleza bajo el marco normativo internacional

El primer párrafo del artículo 10 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), establece que: "Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales", mientras el segundo aclara que "la naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución". En este caso se expresa un reconocimiento biocéntrico sobre la defensa de la naturaleza, enfocado en determinar las mejores formas técnico-jurídicas de la práctica tanto administrativa como jurisprudencial y con ello tutelar sus derechos, desde los principios del Derecho Ambiental Internacional (DAI) y la identificación del sistema descentralizado de gestión ambiental y el enfoque de interculturalidad.

La interpretación desde el enfoque biocéntrico permite concebir decisiones administrativas y jurisdiccionales como implementación del principio de desarrollo sostenible conforme a los derechos de la naturaleza. La justicia ahora tiene la función de proteger estos derechos y el derecho a un medio ambiente sano, dado que no se logrará garantizar uno si no se impide la trasgresión del otro. En este sentido, la Carta de la Naturaleza (Organización de las Naciones Unidadas, 1982), adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas, mediante Resolución 37-7 de 28 de octubre, fue el primer instrumento que estableció:

- a. la especie humana es parte de la naturaleza y la vida depende del funcionamiento ininterrumpido de los sistemas naturales que son fuente de energía y materias nutritivas.
- b. Toda forma de vida es única y merece ser respeta-

da, cualquiera que sea su utilidad para el hombre, y con el fin de reconocer a los demás seres vivos su valor intrínseco, el hombre ha de guiarse por un código de acción moral (p. 2).

Los derechos de la naturaleza constituyen un bien público global cuya finalidad está encaminada a establecer compromisos sobre las prioridades de política, principios, normas, instrumentos jurídicos, económicos y administrativos, así como procedimientos de decisión, a partir de una interpretación razonable, creativa y responsable del ordenamiento jurídico y además del DAI. El compromiso e interpretación por parte del Estado genera la obligación principal dentro del carácter hard law de su ordenamiento jurídico, para garantizar la eficacia de los principios del DAI, al ser asumidos como universales, indivisibles, inalienables, imprescriptibles, interdependientes y complementarios. Esto implica identificar el estado actual de las garantías jurisdiccionales de los derechos difusos y los procesos administrativos conformes con el principio de desarrollo sostenible. Éste se sustenta en la protección de los ciclos vitales de la naturaleza, sin el cual no puede hacerse referencia a la tutela del derecho a un medio ambiente sao.

En el modelo de desarrollo sostenible, el compromiso internacional del Estado se evidencia en las formas administrativas y judiciales de incorporar los principios del DAI ante cualquier vacío legal u omisión normativa que altere un sistema integral público de protección de la naturaleza. Uno de los presupuestos centrales de la Conferencia sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) (Organización de las Naciones Unidadas, 2012), es el principio de introducción de la variable ambiental a los enfoques de desarrollo. Para ello se hace necesario una descentralización de los gobiernos autónomos que viabilice la planificación ordenada del territorio, de manera que se logren concretar las interacciones entre los sectores privados y el servicio público a partir de los instrumentos señalados con anterioridad. Por tanto, de acuerdo a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20) (Organización de las Naciones Unidadas, 2012), el principio de desarrollo sostenible incorpora la resiliencia ambiental como una capacidad que se debe fortalecer en la gestión de los sectores productivos.

Los derechos de la naturaleza, el rol del Estado y el papel de la sociedad civil

La inclusión constitucional de los derechos de la naturaleza se realiza con independencia del interés por imponer cargas económicas a los responsables del daño ambiental, de manera que se puedan paliar los efectos nocivos a terceros. No obstante, se involucran intereses generales o difusos ante la afectación por actos ilegítimos de manera que se configura un bien objeto único e indivisible, el cual, según la intención

del constituyente, es asumido como sujeto de derecho y la garantía del derecho a un medio ambiente sano constituye la única forma para su respeto efectivo.

En este sentido, se discrepa de lo planteado por Esborraz (2016), al afirmar que el nuevo constitucionalismo latinoamericano, no ha logrado evitar del todo la depredación de la naturaleza, en atención a que ese derecho sigue respondiendo a una concepción marcadamente antropocéntrica. Resulta evidente que este autor no comprende la reciprocidad antes aludida, fruto de la interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico. Esta se propone corregir las posturas a favor y en contra que limitan el fundamento del derecho a un medio ambiente sano a las teorías antropocéntricas. Esta confusión se genera, obviamente, dada la no diferenciación de determinados enfoques políticos pragmáticos, desarrollistas o extractivistas, que han tergiversado históricamente el sentido y alcance del derecho a un medio ambiente sano, de la interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico presente en la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

De manera general, la cuestión de la representación de los intereses generales o difusos ante el daño ambiental en la garantía del derecho a un medio ambiente sano ha pasado casi inadvertida al analizarse el artículo 71, primer párrafo, de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008): La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. En este sentido, se discrepa con los criterios de Narváez (2014), al afirmar que: El ejercicio efectivo de los derechos de la naturaleza conlleva la aplicación de principios y mecanismos de tutela propios, sin perjuicio de su interrelación con el resto de los derechos e instrumentos en el ordenamiento jurídico, porque dicha efectividad es posible desde el respeto íntegro del derecho a un medio ambiente sano. En este caso es innegable y directa la conexión que se establece.

El enfoque integral ecosistémico brinda la posibilidad de concebir el segundo párrafo del artículo 71 de la Constitución ecuatoriana (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), en que toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza, a un perfeccionamiento de técnicas normativas complementarias correctivas de insuficiencias prácticas en torno al accionar individual o colectivo sustentado en el derecho a un medio ambiente sano. Dicho esto, es importante señalar que la interpretación biocéntrica resulta muy valiosa debido, sobre todo, a la ausencia de uniformidad tanto nacional como internacional del enfoque sobre los

derechos colectivos concernientes al medio ambiente. El enfoque biocéntrico genera la concepción de que la naturaleza y el ser humano son impactados negativamente al generarse alguna alteración del equilibrio. Por tanto, el Estado y las comunidades deben ser promotoras de un adecuado flujo de relaciones ecosistémicas de manera recíproca entre lo social y lo natural, o sea el medio ambiente.

Posterior a realizar una revisión teórica y normativa sobre los derechos de la naturaleza y el biocentrismo, elaboramos una propuesta de técnicas o directrices básicas para integrar la proyección dada a los derechos de la naturaleza por el legislador al ordenamiento jurídico ecuatoriano de protección ambiental. Para efectos de asegurar la captación de información confiable, mediante el levantamiento de información, a partir de la aplicación de la encuesta a expertos sobre el tema, empleándose el método Delphi de validación. La selección de los expertos se sustenta en los criterios siguientes: dominio teórico de la temática, la experiencia profesional, la disposición para colaborar con la investigación y el espíritu autocrítico que posee el encuestado. De los 8 investigadores consultados se seleccionaron 6 por tener un coeficiente superior o igual a 8.

Posterior a analizar las respuestas ofrecidas, resumimos (Tabla 1), los principales elementos que validan la propuesta a realizarse como resultado de esta investigación jurídica, documental o bibliográfica.

Tabla 1. Resumen de criterios de expertos.

Preguntas de la entrevista

Principales elementos aportados por los expertos

1. El artículo 37, sexto párrafo, del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017) influye en la integridad de las áreas protegidas:

La Autoridad Ambiental Nacional realizará evaluaciones técnicas periódicas con el fin de verificar que las áreas protegidas cumplan con los objetivos reconocidos para las mismas. De ser necesario y considerando los resultados de dichas evaluaciones técnicas, la Autoridad Ambiental Nacional podrá redelimitarlas o cambiarlas de categoría bajo las consideraciones técnicas, según corresponda. ¿Considera usted que de producirse un cambio del límite o la categoría se provocará una reducción del área conservada y se desapega del principio in dubio pro natura? Argumente su respuesta.

Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: De producirse un cambio del límite o la categoría se provocará una reducción del área conservada y se desapega del principio in dubio pro natura, dado que dicha norma desconoce el impacto de las disposiciones constitucionales al propiciar una interpretación un poco desfavorable a los ciclos vitales y demás derechos de la naturaleza. Así, las actividades extractivas se realizarían en las áreas protegidas por aquella redelimitación lo cual facilitará arremeter contra los indicadores básicos de conservación, regeneración o restauración de la Pacha Mama.

2. Partiendo igualmente de este artículo 37, sexto párrafo, del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017). ¿Considera usted que el mismo sugiere actividades extractivas dentro de las áreas protegidas con que obstruyen los ámbitos jurídicos de la titularidad de los derechos difusos sobre la naturaleza y establecen la legitimidad de las personas, grupos o colectividades para ejercer acciones? Fundamente su respuesta.

Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: De producirse un cambio del límite o la categoría se provocará una reducción del área conservada y se desapega del principio in dubio pro natura, dado que dicha norma desconoce el impacto de las disposiciones constitucionales al propiciar una interpretación un poco desfavorable a los ciclos vitales y demás derechos de la naturaleza. Así, las actividades extractivas se realizarían en las áreas protegidas por aquella redelimitación lo cual facilitará arremeter contra los indicadores básicos de conservación, regeneración o restauración de la Pacha Mama.

3. ¿Considera usted que las evaluaciones técnicas realizadas por la Autoridad Ambiental Nacional al no otorgarle importancia al principio in dubio pro natura, provocan una interpretación que desfavorece a los derechos de la naturaleza y obstruyen la titularidad de los derechos difusos sobre ésta, violándose así el artículo 9, numeral 6, del propio Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017): el principio de "Acceso a la información, participación y justicia en materia ambiental"?. Fundamente su respuesta.

Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: Las evaluaciones técnicas realizadas por la Autoridad Ambiental Nacional al no otorgarle importancia al principio in dubio pro natura, provocan una interpretación que desfavorece a los derechos de la naturaleza y obstruyen la titularidad de los derechos difusos sobre

Esto se traduce en la omisión de la incorporación del derecho a la información ecológica sobre las áreas protegidas al ejercicio de la actio popularis y a las garantías jurisdiccionales de los derechos de la naturaleza y del derecho a un medio ambiente sano. De igual manera, a los procesos administrativos de evaluación de proyectos, obras o actividades extractivas.

4. El Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente 2006, de naturaleza reglamentaria, en el artículo 179 del mismo cuerpo legal señala:

En el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, el Ministerio del Ambiente podrá otorgar concesiones y celebrar contratos de comodato, arrendamiento y cualquier otra figura legal adecuada para la prestación de servicios o la utilización sustentable de recursos de las áreas naturales del Estado, con base al respectivo plan de manejo y en función de la categoría de manejo del área protegida ¿Considera usted que este no establece un régimen regulatorio específico capaz de definir las particularidades de cada modalidad de concesiones y contratos dentro del plan de manejo integral de las áreas naturales?

Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: No establece un régimen regulatorio específico capaz de definir las particularidades de cada modalidad de concesiones y contratos dentro del plan de manejo integral de las áreas naturales. El artículo 34 (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2006), hace alusión al otorgamiento de "concesiones de uso en las zonas de manejo, fuera de las áreas protegidas, de acuerdo a la categoría y plan de manejo aprobado", entre otros, para la "apertura de servidumbres de tránsito". En este caso se aprecia una clara limitación a los recursos costeros, sin hacer alusión a las servidumbres ecológicas, el cual es un concepto de mayor alcance.

5. La Ley de Minería del 2009, en su artículo 25, norma:

De las áreas protegidas. - Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en áreas protegidas. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República, y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, de conformidad a lo determinado en el artículo 407 de la Constitución de la República del Ecuador del 2008:

"Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular".

¿Considera usted que este artículo 25 de la Ley de minería 2009 omite las restricciones establecidas en el artículo 405 de la Constitución de la República del Ecuador? Fundamente su respuesta.

6. La Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Ecuador. Asamblea Nacional, 2018), en su artículo 9 establece que "las acciones para hacer efectivas las garantías jurisdiccionales previstas en la Constitución y esta ley, podrán ser ejercidas: a) Por cualquier persona, comunidad, pueblo, nacionalidad o colectivo, vulnerada o amenazada en uno o más de sus derechos constitucionales".

¿Considera usted que este artículo configura la reserva constitucional en torno a la naturaleza como sujeto de derechos?? Fundamente su respuesta. Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: La Ley de Minería (Ecuador. Asamblea Nacional, 2009), en su artículo 25, omite las restricciones establecidas en el artículo 405 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), debido al hecho de permitirle a la "Presidencia de la República" y la "Asamblea Nacional" la aprobación de "actividades extractivas en áreas protegidas y zonas intangibles". Además, se percibe una contradicción con respecto a la descentralización y gestión local de conservación antes mencionada.

Las normas anteriormente señaladas no contemplan la interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico el cual se ha defendido como elemento de vital importancia para el diseño de cualquier actividad productiva, al vulnerar el carácter social, solidario y en armonía con la naturaleza del sistema económico previsto en el artículo 283 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

Todos respondieron afirmativamente, resumiendo las respuestas: no configura la reserva constitucional en torno a la naturaleza como sujeto de derechos, porque omite la posibilidad de exigir a la Administración Pública, su cumplimiento y tutela.

Fuente: Elaborado por los autores

Se identifican los vacíos legales u omisiones normativas de las legislaciones ecuatorianas, a partir de la proyección que el legislador les dio a los derechos de la naturaleza, para determinar las técnicas jurídicas estratégicas y tácticas capaces de contemplar el enfoque biocéntrico defendido.

Vacíos jurídicos u omisiones normativas de las legislaciones en el Ecuador.

El Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), ha sido el centro de la crítica sobre este tema en particular, por ser una ley orgánica que codifica la normativa ambiental. Entre sus Disposiciones Derogatorias establece:

PRIMERA. - Deróguese la Codificación de la Ley de Gestión Ambiental. SEGUNDA. - Deróguese la Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

TERCERA. - Deróguese la Codificación de la Ley que Protege a la Biodiversidad en el Ecuador.

CUARTA. - Deróguese la Codificación de la Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales.

SEXTA. - Deróguese la Codificación de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre.

El artículo 37, sexto párrafo, del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), influye en la integridad de las áreas protegidas:

La Autoridad Ambiental Nacional realizará evaluaciones técnicas periódicas con el fin de verificar que las áreas protegidas cumplan con los objetivos reconocidos para las mismas. De ser necesario y considerando los resultados de dichas evaluaciones técnicas, la Autoridad Ambiental Nacional podrá redelimitarlas o cambiarlas de categoría bajo las consideraciones técnicas, según corresponda (p. 22).

De producirse un cambio del límite o la categoría se provocará una reducción del área conservada y se desapega del principio *in dubio pro natura*, dado que dicha norma desconoce el impacto de las disposiciones constitucionales al propiciar una interpretación un poco desfavorable a los ciclos vitales y demás derechos de la naturaleza. Así, las actividades extractivas se realizarían en las áreas protegidas por aquella redelimitación lo cual facilitará arremeter contra los indicadores básicos de conservación, regeneración o restauración de la Pacha Mama.

La Ley de Minería (Ecuador. Asamblea Nacional, 2009), en su artículo 25, omite las restricciones establecidas en el artículo 405 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), debido al hecho de permitirle a la *Presidencia de la República* y *la Asamblea Nacional* la aprobación de *actividades extractivas en áreas protegidas y zonas intangibles*. Además, se percibe una contradicción con respecto a la descentralización y gestión local de conservación antes mencionada.

Las normas anteriormente señaladas no contemplan la interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico el cual se ha defendido como elemento de vital importancia para el diseño de cualquier actividad productiva, al vulnerar el carácter social, solidario y en armonía con la naturaleza del sistema económico previsto en el artículo 283 de la Constitución de la República del Ecuador (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008).

La redacción del artículo 37, sexto párrafo, del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), sugiere actividades extractivas dentro de las áreas protegidas con que obstruyen los ámbitos jurídicos de la titularidad de los derechos difusos sobre la naturaleza y establecen la legitimidad de las personas, grupos o colectividades para ejercer acciones. Unido a esto, no permite la implementación efectiva de los instrumentos internacionales abordados con anterioridad.

Las evaluaciones técnicas realizadas por la Autoridad Ambiental Nacional al no otorgarle importancia al principio *in dubio pro natura*, provocan una interpretación que desfavorece a los derechos de la naturaleza y obstruyen la titularidad de los derechos difusos sobre ésta. Así, se viola el artículo 9, numeral 6, del propio Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017): el principio de Acceso a la información, participación y justicia en materia ambiental.

Dicha violación sustentada por la facultad otorgada a ese órgano de la Administración Pública y prevista en el mencionado artículo 37, sexto párrafo, resulta concluyente, porque precisamente ignora lo establecido por el artículo 9, numeral 6: "Toda persona, comuna, comunidad, pueblo, nacionalidad y colectivo... tiene derecho al acceso oportuno y adecuado a la información relacionada con el ambiente... a ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva del ambiente, así como solicitar las medidas provisionales o cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental". (p. 14)

Esto se traduce en la omisión de la incorporación del derecho a la información ecológica sobre las áreas protegidas al ejercicio de la *actio popularis* y a las garantías jurisdiccionales de los derechos de la naturaleza y del derecho a un medio ambiente sano. De igual manera, a los procesos administrativos de evaluación de proyectos, obras o actividades extractivas.

El referido artículo 37 del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), al otorgar facultades a la Autoridad Ambiental Nacional para redelimitar o cambiar de categoría las áreas protegidas, está creando un tipo de evaluación técnica que como instrumento técnico-administrativo no es muy adecuado teniendo en cuenta las exigencias de los principios de precaución y prevención. Además, eventualmente se ignora la EIA o se deja fuera la participación ciudadana, lo cual posibilita la tentativa de cualquier proyecto trasgresor del derecho a un ambiente sano y los derechos de la naturaleza.

El Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), en su artículo 304 afirma: Toda persona natural o jurídica, comuna, comunidad, pueblo o nacionalidad, de manera individual o colectiva, podrá solicitar a la Autoridad Ambiental Competente, el cumplimiento y tutela de los derechos de la naturaleza. De igual manera, en su segundo párrafo añade: Cualquier persona natural o jurídica podrá adoptar las acciones legales ante las instancias judiciales y administrativas correspondientes y solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental.

La legislación ambiental ecuatoriana es clara sobre este asunto. Sin embargo, la gestión de las acciones populares podría implicar el llamado pacto de cumplimiento, siendo este un acuerdo de voluntades sin vicios de ilegalidad y ratificado por el juez, para la

protección de esos derechos e intereses colectivos ante el daño ambiental, frenar el peligro, o restituir la naturaleza a su estado anterior siempre que fuese posible.

Por su parte, el artículo 6 del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), hace referencia al reconocimiento constitucional de los derechos de la naturaleza, los cuales abarcan el respeto integral de su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, así como la restauración. No obstante, se suponía que, por ser una ley orgánica codificadora de la normativa ambiental ecuatoriana, procederían estos derechos del enfoque biocéntrico. Además, se definiría su aplicación o desarrollo de aquellos contenidos partiendo del carácter de sujeto de derechos otorgado a la misma Pacha Mama.

El Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2006), de naturaleza reglamentaria, establece una *Coordinación General Jurídica* que tendrá a su cargo, entre otras funciones, la *Gestión Jurídica Ambiental* de "Proyectos de actos administrativos sobre... concesiones".

Por otra parte, el artículo 179 del mismo cuerpo legal señala: "En el Patrimonio Nacional de Áreas Naturales, el Ministerio del Ambiente podrá otorgar concesiones y celebrar contratos de comodato, arrendamiento y cualquier otra figura legal adecuada para la prestación de servicios o la utilización sustentable de recursos de las áreas naturales del Estado, con base al respectivo plan de manejo y en función de la categoría de manejo del área protegida". (p. 93)

Sin embargo, no establece un régimen regulatorio específico capaz de definir las particularidades de cada modalidad de concesiones y contratos dentro del plan de manejo integral de las áreas naturales. El artículo 34 (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2006), hace alusión al otorgamiento de concesiones de uso en las zonas de manejo, fuera de las áreas protegidas, de acuerdo a la categoría y plan de manejo aprobado, entre otros, para la apertura de servidumbres de tránsito. En este caso se aprecia una clara limitación a los recursos costeros, sin hacer alusión a las servidumbres ecológicas, el cual es un concepto de mayor alcance.

La Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional (Ecuador. Asamblea Nacional, 2018), en su artículo 9 establece que: Las acciones para hacer efectivas las garantías jurisdiccionales previstas en la Constitución y esta ley, podrán ser ejercidas: a) Por cualquier persona, comunidad, pueblo, nacionalidad o colectivo, vulnerada o amenazada en uno o más de sus derechos constitucionales. No obstante, no configura la reserva constitucional en torno a la naturaleza como sujeto de derechos, porque omite

la posibilidad de exigir a la Administración Pública, su cumplimiento y tutela.

Aporte de legislaciones nacionales y experiencias internacionales positivas en torno al reconocimiento de los derechos de la naturaleza.

A la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien de Bolivia (Bolivia. Asamblea Nacional, 2012), se le atribuye el mérito de lograr articular los derechos de la naturaleza en un texto específico y fundamentar una revisión correctiva respecto a las políticas públicas extractivistas. De esta manera presenta como objeto: "establecer la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y sistemas de vida de la Madre Tierra, recuperando y fortaleciendo los saberes locales y conocimientos ancestrales, en el marco de la complementariedad de derechos, obligaciones y deberes; así como los objetivos del desarrollo integral como medio para lograr el vivir bien, las bases para la planificación, gestión pública e inversiones y el marco institucional estratégico para su implementación". (p. 2)

Por su parte, la Corte Constitucional de Colombia (1994), en su Sentencia de constitucionalidad C-058, reafirmaba el carácter antropocéntrico de la siguiente forma: Los seres humanos constituyen el centro de preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible...Por eso, el mandato constitucional obliga a efectuar una utilización sostenible de tales recursos. Este argumento ha sido mantenido durante muchos años hasta la Sentencia C-632, en la cual se determina la compensación o restauración para garantizar y asegurar los derechos de la naturaleza, concretamente, en relación con los derechos a mantener y regenerar sus ciclos vitales (Colombia. Corte Constitucional, 2011).

Este evidente giro biocéntrico evidencia una nueva interpretación del texto constitucional colombiano en la cual se percibe la influencia ecuatoriana directa. No se le atribuye algún posible aporte pero siguiendo esa línea jurisprudencial, el Consejo de Estado en Colombia (2012), máximo tribunal administrativo, manifiesta: "es pertinente reconocer valor propio en los animales y otros seres vivos, y si bien resulta válido que el hombre en ocasiones emplee aquéllos para garantizar o mejorar su bienestar, o realizar actividades laborales o de recreación, lo cierto es que esta circunstancia no impide ni supone la negación de esa fundamentación filosófica que permite que la interpretación y hermenéutica del ordenamiento jurídico se efectúe bajo el reconocimiento de que son seres vivos dotados de valor propio y, por lo tanto, titulares de algunos derechos".

De ahí que, surge una interpretación biocéntrica con la capacidad de corregir toda suposición de contradicción entre las actividades antrópicas y los derechos de la naturaleza. En este caso, ni siquiera Ecuador cuenta con alguna sentencia que interprete el artículo 74 del texto constitucional (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), de manera que se determine la presencia del equilibrio entre el hombre y los ciclos vitales de la Pacha Mama.

El artículo 27 de la Ley 472 (Colombia. Asamblea Nacional, 1998), en Colombia está referido al trámite de las acciones populares: "En dicha audiencia podrá establecerse un pacto de cumplimiento a iniciativa del juez en el que se determine la forma de protección de los derechos e intereses colectivos y el restablecimiento de las cosas a su estado anterior, de ser posible". (p. 20).

Según la Sentencia C-215 de la Corte Constitucional de Colombia (1999): "El objetivo que persigue el pacto de cumplimiento es, previa la convocatoria del juez, que las partes puedan llegar a un acuerdo de voluntades para obtener el oportuno restablecimiento y reparación de los perjuicios ocasionados a los derechos e intereses colectivos, dando con ello una terminación anticipada al proceso y solución de un conflicto... el acuerdo no sólo debe ser avalado por el juez...sino que ha de contar con la intervención del Ministerio Público... dada su función de "defensor de los intereses colectivos". Ese acuerdo contribuye a obtener la pronta reparación de los perjuicios ocasionados por la vía de la concertación, reduciendo los términos". (p. 5)

El objetivo fundamental de ese pacto está dirigido al logro de un eficaz acuerdo sobre la forma de cumplimiento. Se plantea incluso, la pertinencia de su extensión hacia la República del Ecuador en aquellas cuestiones del procedimiento administrativo que corresponda.

Técnicas o directrices básicas para integrar la proyección dada a los derechos de la naturaleza por el legislador al ordenamiento jurídico ecuatoriano de protección ambiental.

Las técnicas están a nivel de directrices básicas, nunca confundirla con un anteproyecto de ley concreta. Tienen como fundamento más profundo el cómo deberían protegerse mejor los derechos de la naturaleza, asunto que conduce a:

a. Justicia ambiental y alcance de la consulta:

1. El desconocimiento del artículo 9, numeral 6, en el mismo Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), suscita la judicialización de los cambios de límites o categorías que tienden a reducir el área protegida. Este caso, constituiría una reforma del artículo 37, sexto párrafo, para establecer las garantías jurisdiccionales de los derechos de la naturaleza y del

- derecho a un medio ambiente sano ante cualquier pretensión contraria al principio in dubio pro natura.
- 2. Se propone reformar: el referido artículo 57, numeral 7 de la Constitución (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), para que el resultado de la consulta sea vinculante ante toda instancia de la Administración Pública. Asimismo, la decisión de ejecutar o no el proyecto por resolución administrativa cuando hubiese una oposición mayoritaria, asunto previsto en el artículo 398, último párrafo, debe excluirse.
- Este asunto conduce a reformar el artículo 64 del Reglamento para Aplicación de Ley Reformatoria a Ley Hidrocarburos (Hidrocarburos, 2004), ante mencionada. Del mismo modo, el artículo 407 del texto constitucional sufriría una reforma con el objeto de otorgarle carácter obligatorio a la consulta popular en los casos de petición fundamentada de la Presidencia de la República y por parte de la Asamblea Nacional para actividades extractivas de recursos no renovables en las áreas protegidas o zonas declaradas como intangibles.
- 4. Esto es válido también para el comentado artículo 25 de la Lev de Minería (Ecuador. Asamblea Nacional, 2009). De conformidad con estas propuestas, el artículo 184, segundo párrafo del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), el cual advierte que: Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la población respectiva, la decisión de ejecutar o no el provecto será adoptado por resolución debidamente motivada de la Autoridad Ambiental Competente, quedaría derogado.

b. Pacto de cumplimiento:

5. Se propone añadir un cuarto párrafo al artículo 304 del Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), para que las acciones populares tengan la posibilidad de cierto acuerdo de voluntades como sucede en Colombia, según los señalados términos y alcances del aporte del artículo 27 de la Ley 472 (Colombia. Asamblea Nacional, 1998) y la experiencia positiva extraída de la Sentencia C-215 de su Corte Constitucional (Colombia. Colombia. Corte Constitucional, 1999)

c. Desarrollo de los derechos de la naturaleza:

Se propone desarrollar los contenidos de estos derechos en el Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017), a partir de los conceptos emitidos por el Acuerdo Ministerial No.169 (2012) y el Acuerdo Ministerial No. 105 (2013).

d. El contrato de comodato con fines ambientales:

6. Se propone definir las particularidades de esta modalidad de contrato en el aludido artículo 179 del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (Ecuador. Ministerio del Ambiente, 2006). Tendría que precisar que el ordenamiento civil siempre ha reservado la esencia individual del comodato, pero en este caso, el Ministerio del Ambiente (comodante) grava su derecho de uso y disfrute con el fin de una utilización sustentable de recursos de las áreas naturales

del Estado, por parte de organismos pertinentes del sector público, organizaciones campesinas legalmente establecidas, instituciones privadas y otros del sistema de participación social (comodatarios), quienes estarían obligados a restituir la cosa después de un tiempo prolongado convenido y emplear el máximo de cuidado con base al respectivo plan de manejo.

- 7. La norma haría suyo la interpretación del comodato de acuerdo con el plan de manejo que determina la forma y modalidad de cumplimiento del derecho de uso y disfrute sustentable de recursos de las áreas naturales del Estado, siempre el principio de la buena fe será transversal, como sucede en todo contrato.
- 8. Se aplicaría la finalidad del plan de manejo previsto en el artículo 181 del propio Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017): establecer en detalle y orden cronológico, las acciones cuya ejecución se requiera para prevenir, evitar, controlar, mitigar, corregir, compensar, restaurar y reparar, según corresponda.
- 9. Por ser un comodato con fines ambientales, rasgo atribuido sobre todo en la aplicación del plan de manejo. tanto el comodante como el comodatario contribuirían con los gastos extraordinarios para la utilización sustentable de recursos de las áreas naturales del Estado, incluido aquí, gastos causados por vicios ocultos preexistentes al contrato, naturalmente, sin reembolso de los gastos. El comodatario sí respondería cuando el bien es destinado a un uso distinto o en el caso de cederlo sin autorización a un tercero.
- 10. La administración y cuidado de dichas áreas, dada por el gravamen del derecho de propiedad o limitación del dominio para regular el aprovechamiento sustentable. estaría sujeta tanto a la responsabilidad objetiva, conforme con el "Título III del Régimen de Responsabilidad Ambiental", previsto en el Código Orgánico del Ambiente.

CONCLUSIONES

La interpretación biocéntrica de enfoque integral ecosistémico emanada del texto magno que constituye un contenido constitucional propio del Estado constitucional de derechos y de justicia en Ecuador debe regir toda decisión administrativa, jurisdiccional y comunitaria relativa a los ecosistemas, como una garantía al unísono del derecho a un medio ambiente sano y los derechos de la naturaleza desde la versión indígena Sumak Kawsay. Las reformas propuestas, tanto al Código Orgánico del Ambiente (Ecuador. Asamblea Nacional, 2017) como a la Constitución (Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente, 2008), posibilitaría una garantía jurisdiccional eficaz para tutelar los derechos de la naturaleza, el derecho a un medio ambiente sano y la consulta vinculante, ante cualquier pretensión de cambiar límites o categorías que tienda a reducir el área protegida contra el principio in dubio pro natura.

Esta garantía incluye a los órganos jurisdiccionales comunitarios conforme con la tutela del área protegida como un bien de dominio público inalienable, o ámbito de incidencia colectiva. El pacto de cumplimiento propuesto privilegia las acciones populares ante toda trasgresión del derecho a un medio ambiente sano y los derechos de la naturaleza, por medio de la autonomía de la voluntad, que otorgaría la posibilidad de una terminación anticipada al proceso y solución del conflicto. En ningún caso, este pacto podrá violar los parámetros mínimos de conservación, regeneración o restauración de la naturaleza, previstos de alguna forma por el texto constitucional biocéntrico.

Igualmente, el contrato de comodato con fines ambientales propuesto es una forma posible de aplicar los principios ambientales, prestar servicios a la colectividad o constituir cierto derecho colectivo capaz de exigir determinada interpretación administrativa del interés público conforme con los derechos de la naturaleza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barragán, D. (2017). Derechos de acceso en asuntos ambientales en el Ecuador. Hacia el desarrollo de una actividad minera respetuosa del entorno y las comunidades. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/ handle/11362/41985/S1700598 es.pdf?sequence=1&isAllowed=v
- Bolivia. Asamblea Nacional. (2012). Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. https://www. lexivox.org/norms/BO-L-N300.xhtml
- Bonilla-Maldonado, D. (2019). El constitucionalismo radical ambiental y la diversidad cultural en América Latina. Los derechos de la naturaleza y el buen vivir en Ecuador y Bolivia. Revista Derecho del Estado, 42, 3-23.
- Calero, C., García-Berlanga, O., Solis, A., & Peña, V. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. . *Enseñanza de las ciencias*, **37**(1), 157-175.
- Colombia. Corte Constitucional. (1999). Sentencia C-215 del 14 de mayo. Exp. Nº D-665. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1999/C-215-99.htm
- Colombia. Asamblea Nacional. (1998). Ley 472 de 1998. Bogotá DC., Colombia, Diario Oficial No. 43.357 de 6 de agosto. https://normograma.info/men/docs/pdf/ ley 0472 1998.pdf
- Colombia. Consejo de Estado. (2012). Sala de lo Contencioso Administrativo, Sección Tercera, Subsección C Consejero ponente: Enrique Gil Botero. Bogotá D.C., veintitrés (23) de mayo., Radicación número: 17001-23-3-1000-1999-0909-01(22592). https://consejodeestado.gov.co/ documentos/sentencias/05001233100020020348701. pdf

- Colombia. Corte Constitucional. (1994). Setencencia de Constitucionalidad C-058 del 17 marzo. M.P. Alejandro Martínez Caballero. Exp. N° D-369. https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/1994/C-058-94.htm
- Colombia. Corte Constitucional. (2011). Sentencia de constitucionalidad C-632 del 24 de agosto. M.P. Gabriel Eduardo Mendoza Martelo, Exp.D-8379. https://www.corteconstitucional.gov.co/RELATORIA/2011/C-632-11. htm
- Ecuador. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional. (2009). Ley de Minería. 2009. Registro Oficial Suplemento No. 517. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Ley-de-Mineria.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Ecuador. Asamblea Nacional. (2018). Ley Orgánica de Garantías Jurisdiccionales y Control Constitucional. Ley 0, Registro Oficial Suplemento 52. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Ley-Organica-de-Garantias-Jurisdiccionales-y-Control-Constitucional act marzo 2020.pdf
- Ecuador. Ministerio del Ambiente. (2006). *Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente*. Ministerio del Ambiente.
- Esborraz, D. (2016). El modelo ecológico alternativo latinoamericano entre protección del derecho humano al medio ambiente y reconocimiento de los derechos de la naturaleza. *Revista Derecho del Estado, 36*, 93-129.
- García López, T. (2018). Instrumentos económicos para la protección ambiental en el derecho ambiental mexicano . *Sociedad y ambiente*, *17*, 247-266.
- Gorosito, R. (2017). Los principios del derecho ambiental . *Revista de derecho, 16*, 101-136.
- Gudynas, E. (2009). El Mandato Ecológico. Abya-Yala.
- Jaria-Manzano, J. (2019). Los principios del derecho ambiental: Concreciones, insuficiencias y reconstrucción . *Ius et Praxis*, 25(2), 403-432.
- Medina Peña, R., Valarezo Roman, J., & Romero Romero, C. D. (2021). Fundamentos epistemológicos del neoconstitucionalismo Latinoamericano. Aciertos y desaciertos en su regulación jurídica y aplicación práctica en Ecuador. *Revista Sociedad & Tecnología*, 4(S1), 213-225.

- Medina, R., Domínguez, O., & Medina de la Rosa, R. (2017). Fundamentos jurídico-metodológicos para un sistema de pagos por servicios ecosistémicos en bosques del Ecuador . *Agroecosistemas*, *5*(1), 109-117.
- Narváez Aguirre, L. (2014). Facultades de los árbitros de suspender los efectos de los actos administrativos en el marco contractual como medida cautelar en los arbitrajes con el Estado, con base en el principio de tutela arbitral. (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito.
- Organización de las Naciones Unidadas. (1982). *Resolución 37/7 Carta Mundialde la Naturaleza.* ONU. https://www.iri.edu.ar/publicaciones-iri/manual/Ultima-Tanda/Medio%20Ambiente/7.%20CartaMundialdelaNaturaleza.pdf
- Organización de las Naciones Unidadas. (2012). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+ 20) (No. EB130/36). ONU. 2021, de https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/26562/B130_36-sp.pdf



Fecha de presentación: septiembre, 2021 Fecha de aceptación: octubre, 2021 Fecha de publicación: diciembre, 2021

DIAGNÓSTICO DE LOS PREDIOS AGROPECUARIOS QUE CONFOR-MAN LA GRANJA SANTA INÉS DE LA UTMACH

DIAGNOSIS OF THE AGRICULTURAL PROPERTIES THAT MAKE UP THE SANTA INÉS DE LA UTMACH FARM

Ivanova Nohelia Romero Pineda¹

E-mail: inromerop_est@utmachala.edu.ec ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6466-7635

Rigoberto Miguel García Batista¹ E-mail: mgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

1 Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Romero Pineda, I. N., & García Batista, R. M. (2021). Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja Santa Inés de la UTMACH, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 191-200.

RESUMEN

El diagnóstico de un predio es realizado para la obtención de un valor justo y adecuado, teniendo en cuenta las características que lo componen. La valoración es de fácil manejo y muy confiable. El objetivo de esta investigación es: Evaluar los principales predios agropecuarios que conforman la Granja Santa Inés. La información se analizó mediante tablas descriptivas. utilizando el número de hectáreas y el valor de la tierra según el municipio de la ciudad de Machala, además, se valoraron factores como, clase agroecológica, distancia, topografía del terreno, ubicación y tamaño predial. Los resultados obtenidos de los cálculos, el predio plantado de banano (Musa x paradisiaca L.) de 9 ha con un valor de 306.180,00 USD debido a su excelente ubicación y características del suelo, en el predio cacao (Theobroma cacao L.) y café (Coffea arábica L.) de 3.17 ha el valor obtenido fue de 27.731,16 USD, por la falta de tecnologías y nuevos cultivares de mejores resultados productivos, y en el área de frutales piña (Ananas comosus L.), mango (Manguifera indica L.) y maracuyá (Passiflora edulis L.) de 5.53 ha el valor obtenido fue de 62.710,2 USD, el valor catastral final de los predios estudiados fue 816.345,00 USD. El desconocimiento del valor de estos predios agrícolas ha motivado a realizar este diagnóstico, donde es relevante que el suelo presente en la Granja es de alto índice de productividad, sin embargo, la falta de mantenimiento en ciertos predios ha perdido un porcentaje de su valor.

Palabras clave:

Diagnóstico, valor catastral, explotaciones agrícolas, valor de la tierra.

ABSTRACT

The appraisal of a property is performed to obtain a fair and adequate value, taking into account the characteristics that compose it. The valuation is easy to use and very reliable. The objective of this research is to evaluate the main agricultural properties that make up Granja Santa Inés. The information was analyzed through descriptive tables, using the number of hectares and the value of the land according to the municipality of the city of Machala; in addition, factors such as agro-ecological class, distance, topography of the land, location and farm size were valued. The results obtained from the calculations, the land planted with banana (Musa x paradisiaca L.) of 9 hectares with a value of 306.180.00 USD due to its excellent location and soil characteristics, in the cocoa (Theobroma cacao L.) and coffee (Coffea arabica L.) of 3.17 hectares the value obtained was 27. In the area of pineapple (Ananas comosus L.), mango (Manguifera indica L.) and passion fruit (Passiflora edulis L.) of 5.53 ha, the value obtained was 62,710.2 USD, the final value cadastral of the farms studied was 816.345,00 USD. The lack of knowledge of the value of these agricultural properties has motivated this diagnosis, where it is relevant that the soil present in the farm has a high productivity index, however, the lack of maintenance in certain properties has lost a percentage of its value.

Keywords:

Diagnosis, cadastral value, land value, farms, land value.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un bien único, limitado por la naturaleza y el monopolio por lo cual se originan valores diferenciales. Obtener sus cualidades en función de la inversión económica que genera la población para hacerlo disponible (Granda, et al., 2017).

La valoración de tierras rurales es una metodología muy sencilla, confiable, técnica y de fácil manejo. El precio de un bien se puede calcular en función de ciertas características, sean cualidades o cantidades, bajo este criterio se basa el modelo hedónico de valuación y el costo de reposición. El modelo hedónico es adecuado al incluir un variado número de factores en la estimación del precio, por lo tanto, tiene restricciones en el sentido de que no considera los efectos espaciales (Bojorque, et al., 2020).

Según Molina, et al. (2020), la actividad valuadora se ha hecho necesario al momento de diagnosticar un valor justo y adecuado de un bien, teniendo en cuenta las características que lo integran.

Ecuador es considerado un país agrícola debido a la diversidad de ecosistemas que posee, la mayor parte de la superficie de cultivo de banano se encuentra en el litoral ecuatoriano, es principalmente producido en la zona costera El Oro, Guayas, Los Ríos, y Esmeraldas, se han especializado en la producción y exportación de banano (Zapata, 2015).

Los cultivos de cacao y café, comparten características muy similares en cuanto a lo agronómico, ambos cultivos crecen en la línea del Ecuador, entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, conocida comúnmente como "cinturón de café" y también "cinturón de cacao" (Divina, 2017). Estos cultivos necesitan de sombra para lograr buena producción, los predios cultivados con ambos han venido perdiendo valor, sin embargo, sique representando parte importante en el desarrollo del agro ecuatoriano.

El Ecuador posee variedad de microclimas en las diversas zonas agroecológicas donde se desarrollan cultivos de frutas como mango, piña y maracuyá.

Se estima que la superficie frutícola distribuida en Costa, Sierra y Amazonía es de 163.000 hectáreas aproximadamente y sin contar con la extensión de cultivos de banano. La fruticultura en nuestro país enfrenta situaciones como falta de tecnología, inadecuado manejo en campo, baja productividad, falta de organización entre productores y sobre todo escaso programas de investigación en fitomejoramiento (Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2019).

El desconocimiento del impacto de la situación actual sobre los resultados de la producción de los predios ubicados en la granja Santa Inés de la UTMACH hacen necesario el inmediato estudio, avalúo de las mismas, con el uso de diferentes procedimientos. El objetivo de este estudio fue ejecutar el diagnóstico y la determinación del valor catastral de los diferentes predios pertenecientes a la granja Santa Inés.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Granja "Santa Inés" perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada a 5,5 km de la vía Machala - Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro (Figura 1).



Figura 1. Mapa de ubicación.

Tipo de suelo presente en la granja: Son suelos de origen aluvial y correspondientes al orden de los Inceptisoles (Villaseñor, et al., 2015).

Clima del sector: La temperatura media anual es de 25.2 ° C. Alrededor de 489 mm. de precipitaciones (Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2021).

Plantaciones agrícolas existentes en los predios de la Granja Santa Inés: Cultivo de banano (*Musa x paradisiaca* L.), Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L. Cultivo de Café (*Coffea arábica* L.), Cultivo de Mango (*Manguifera indica* L.), Cultivo de Piña (*Ananas comosus* L) y Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis*).

Descripción de las plantaciones agrícolas existentes en los predios, La producción y exportación del cultivo de banano representan un porcentaje alto en la economía principalmente para la provincia de El Oro donde constituye el más importante. El banano cultivado orgánicamente apunta al comercio justo y además a una ventaja positiva ya que es indispensable para la generación de empleo, este tipo de producción viene acompañada de calidad y precio más no garantiza cantidades excepcionales de producción (Capa Benítez & Alaña Castillo, 2016).

El cacao ecuatoriano es cultivado principalmente en la región costa, las provincias con mayor producción son: Guayas, Los Ríos, Cañar y Manabí. Las variedades mayormente cultivadas son: Fino de Aroma (35%) y CCN51 (65%) (Moreno, et al., 2020)., Por su parte el café establecido es tipo arábico, en la actualidad se considera como una de las bebidas más populares y consumidas en el mundo (Trejo & Hernández, 2018).

El café presente en el predio es un área demostrativa muy pequeña, cultivado café arábico, se pudo apreciar la falta de tecnología en el predio. Según Duicela, et al. (2018), el café es una fuente de divisas y de ingresos para los actores de las cadenas productivas, localizado en 23 de las 24 provincias del Ecuador.

El Mango es de climas cálidos, es una planta extremadamente noble ya que no requiere grandes cantidades de riego ni extensos cuidados, es una fruta estacional es muy apetecida y es muy cotizada por su de sabor exquisito y muy dulce (Guerrero, 2018). En Ecuador existen localidades sembradas de piña en especial en la región Litoral en las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, donde el clima, la altitud y el suelo le es propicio para este cultivo, las variedades Cayena Lisa o Hawaiana y Golden Sweet o MD2 son las más comercializadas (Pinto, 2012). El maracuyá es un rubro frutícola que recibido un creciente aumento del área de cultivada. Por ser un cultivo que no requiere de muchos cuidados y se propaga muy fácilmente por semilla y además puede explotarse comercialmente (Cañizares & Jaramillo, 2015).

Determinación del valor catastral del predio: La tasación del valor de un suelo agrícola se realiza de acuerdo a los siguientes factores que influyen en su valor:

Clasificación agrológica del suelo (tabla 1), la clasificación agrologica se refiere a las propiedades químicas, físicas y composición mineral y relieve. Esta clasificación está compuesta de 8 clases que son las siguientes: Clase I a IV son suelos aptos para el desarrollo de la agricultura, Clase V está condicionado por factores de pendiente, Clase VI y VII presentan severas limitaciones por lo cual se destinan únicamente a reservas naturales protegidas y Clase VIII son suelos que sirven solo como paisaje (Pantano, 2019).

Tabla 1. Escala de valores y factores según la clase agrologica.

Apreciación	Clase Agrológica	Puntaje
Excelente	Clase I	1.35
Muy Bueno	Clase II	1.00
Bueno	Clase III	0.82
Mediana	Clase IV	0.67
Regular	Clase V	0.53
Mala	Clase VI	0.38
Muy mala	Clase VII	0.14
Improductiva	Clase VIII	0.06

Fuente: Villa (2014).

Tamaño del predio: Este factor tiene relevancia en su valor, en la economía se conoce como elasticidad, es decir, que a mayor precio menor cantidad de demanda y a menor precio mayor demanda. Con respecto a los predios rurales, una finca con cientos de hectáreas tendrá pocos demandantes y los más interesados serían los empresarios, mientras que un lote pequeño tendrá todo tipo de compradores debido a su accesibilidad y a su valor. En este aspecto tomamos en cuenta la superficie del predio en hectáreas (tabla 2), donde se asigna valores para cada rango de tamaños (Bolívar, et al., 2016).

Tabla 2. Factor Tamaño del predio.

N°	Superficie (Ha)	Factor (Fs)
1	1 a 20	1.00
2	20 a 40	0.90
3	40 a 60	0.85
4	60 a 100	0.80
5	100	0.75

Fuente: Villa (2014).

Distancia al predio: Factor que se determina de acuerdo a la distancia del predio con la infraestructura urbana y calles principales (tabla 3). Es muy

importante ya que influirá en el valor, en ocasiones el llevar material de trabajo o insumos desde los lugares de abastecimiento hacia el predio puede ocasionar complicaciones como un elevado costo de transporte afectando la utilidad (Vega & Paloma, 2019).

Tabla 3. Factor Distancia al predio.

N°	Superficie (Ha)	Factor (Fs)
1	1 a 500 m	1.40
2	501 a 1500 m	1.20
3	1500 m	1.00

Fuente: Villa (2014).

Topografía del terreno: Según Pantano (2019), la topografía es un factor del suelo que permite caracterizar el predio con respecto al uso de maquinarias agrícolas en base a niveles de pendientes, además permite determinar la clasificación del terreno de acuerdo al nivel de pendiente que esté presente (tabla 4).

Tabla 4. Factor Topografía del terreno.

N°	Superficie (Ha)	Pendiente	Factor (Fs)
1	Llano o plano	6%	1.00
2	Lomerío suave	6.1 a 12%	0.90
3	Lomerío medio	12.1 a 20 %	0.80
4	Escarpado	20.1 a 40 %	0.70
5	Montañoso	40%	0.60

Fuente: Villa (2014).

Se aplica cuando un terreno presenta una topografía accidentada o con pendientes ascendentes o descendientes, no contempla la composición del suelo (Aguilar, 2015).

Ubicación del predio: Este factor (tabla 5), dependerá de la posición del terreno en estudio en el que se ubica, considerando el número de frentes y su relación con el mercado inmobiliario respectivo (Aguilar, 2015).

Tabla 5. Factor Ubicación del predio.

N°	Clasificación	Factor (Fv)
1	Predio interior sin derecho de paso	0.50
2	Predio interior con derecho de paso	0.70
3	Camino vecinal transitable	0.85

4	Camino rural con estructura transitable	1.00
5	Carretera pavimentada	1.20

Fuente: Villa (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tomados los datos en campo de los diferentes predios, se procede detallar el diagnóstico, la Granja se encuentra en buena ubicación y posee datos de suelo excelente, a continuación, se describen los predios que fueron objeto de estudio en esta investigación.

Diagnóstico predio Bananera: Se encuentra cultivado con distintos clones (figura 2), los cuales han sido recolectados de diferentes zonas de la provincia y el país, el clon Valery, este es un tipo Cavendish, el sabor de la fruta es muy buena, es sensible al frío y resistente al estrés; el clon Williams en sus características, presenta alta producción y la calidad en el fruto, es planta semienana con pseudotallo vigoroso y amplio sistema radicular que le da mayor resistencia al volcamiento por vientos. En este predio existen otros clones como filipino y maqueño en pequeñas proporciones. Su manejo es convencional, razón por la cual se controla químicamente las malezas, la población de estas es muy representativa, cerca del 40% presentes, sin embargo, su manejo químico es de gran ayuda para el mantenimiento de la bananera. La tabla 6 muestra los resultados del diagnóstico predio bananera

Tabla 6. Resultados del diagnóstico predio bananera.

Condición agronómica del predio	
Área en condición natural	9,00 has
Descripción de la flora nativa	Bosque
Área cultivable	Total (+) 9,00 has
Uso área cultivable	Explotación agrícola banano
Condiciones del suelo	
Textura capa arable	Franco arcilloso
Profundidad del perfil	Profundo (más de 60 cm)
Textura del perfil	Medianos
Drenaje	Bueno
Nivel de fertilidad	Medio
рН	Ligeramente acido (5,8)
Condición climatológica	
Distribución de Iluvias y T° C	Lluvias suficientes en climas cálidos
Exposición solar	Sin problemas
Vientos	Sin problemas
Heladas	Sin problemas
Condición de explotación	
Mano de obra	Escazas

	ı
Enfermedades endémicas	Sin problemas
Aprovecha y uso del agua	Riego mecanizado y disponible todo el año por medio de un pozo y canal.
Vías internas	Buenas
Forma geométrica	Sin discontinuidad
Disponibilidad	Sin problemas
Clase de tierra	Clase I- excelente
Servicios urbanos	
Densidad de población	Urbano 60%
Medios de transporte	Servicios públicos
Comodidades comerciales	Si (1 km a centro comercial Paseo Shopping).
Distancia de poblaciones	0.5 km más cercano
Vías de comunicación	Vía principal y guardarraya asfaltada





Figura 2. Predio Bananera.

Cálculo del valor catastral del terreno:

Predio Bananera

Para realizar el cálculo los factores que influyen son los siguientes:

VCT: St(9 ha) * Vcsr (15,000) * Fe(1.35) * Fd(1.4)* Ft(1) * Fu(1.2) * Fs(1), Dónde el factor seleccionado fue: St: superficies del terreno, Valor de la tierra utilizados según el municipio de la ciudad de Machala Ff: factor clase agroecológica, Fd: factor distancia, Ft: factor de topografía de terreno, Fu: factor de ubicación, Fs: factor de tamaño predial

Factor superficie	Factor distancia	Factor topografía	Factor Ubicación
VCT: VCSR x Fs x St	VCT: VCSR x Fd x St	VCT: VCSR x Ft x St	VCT=VCSR x Fu x St
VCT: 15,000 x 1 x 9	VCT: 15,000 x 1.4 x 9	VCT: 15,000 x 1 x 9	VCT=15,000 x 1.2 x 9
VCT: 135,000	VCT: 189,000	VCT=135,000	VCT=162,000

∑VCT: 135,000+189,000+135,000+162,000= 621.000,00 USD

ΣVCT: 621.000,00 USD

Diagnóstico predio Cacao y Café: Estos predios se ubican en la parte final de la Granja (figura 3), aproximadamente a unos 250 metros desde la entrada principal. El área cuenta con 3,17 hectáreas. En este predio existe un jardín clonal de cacao, donde se encuentran el tipo nacional conocido comúnmente como cacao fino de aroma, su color amarillo es característico cuando la mazorca se encuentra madura, posee un aroma y sabor único, el CCN - 51 se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad, es resistente a plagas y enfermedades., ICS – 95 es considerado como trinitario, auto compatible, su mazorca es de color violeta cuando está inmadura, y color rojo-naranja cuando se encuentra madura.

El manejo de la plantación es totalmente orgánico, debido a la cantidad de materia orgánica (hojas del cacao) disponible en el suelo por lo que ha impedido el desarrollo a gran escala de las malezas, por tal razón su porcentaje en este predio es baja, aproximadamente 50% se observaron, sin embargo, la falta de mantenimiento ha ido deteriorando ciertas plantas y estas a su vez compitiendo con las malezas presentes en el sitio. La tabla 7 muestra los resultados del diagnóstico predio cacao y café

Tabla 7. Resultados del diagnóstico predio cacao y café.

Condición agronómica del predio	
Área en condición natural	3,17 has
Descripción de la flora nativa	Bosque
Área cultivable	Total (+) 3,17 has
Uso área cultivable	Explotación agrícola cacao y café
Condiciones del suelo	
Textura capa arable	Franco arcilloso
Profundidad del perfil	Profundo (más de 50 cm)
Textura del perfil	Medianos
Drenaje	Mal estado
Nivel de fertilidad	Alto
рН	Ligeramente acido (5,8)
Condición climatológica	
Distribución de lluvias y T° C	Lluvias suficientes en climas cálidos
Exposición solar	Sin problemas
Vientos	Sin problemas
Heladas	Sin problemas
Condición de explotación	
Mano de obra	Escazas
Enfermedades endémicas	Sin problemas
Aprovecha y uso del agua	No dispone de instalación de riego y el agua es disponible todo el año por medio de un canal de riego.
Vías internas	Mal estado
Forma geométrica	Sin discontinuidad
Disponibilidad	Sin problemas
Clase de tierra	Clase I- excelente
Servicios urbanos	
Densidad de población	Urbano 50%
Medios de transporte	Servicios públicos
Comodidades comerciales	Si (1.5 km a centro comercial Paseo Shopping).
Distancia de poblaciones	1 km más cercano
Vías de comunicación	Vía principal asfaltada y guardarraya sin asfaltar.



Figura 3. Predio Cacao y Café.

Cálculo del valor catastral del terreno:

Predio Cacao y Café:

Para realizar el cálculo los factores que influyen son los siguientes:

VCT: St(3.17 ha) * Vcsr (5000 USD) * Fe(1.35) * Fd(1.2)* Ft(0.9) * Fu(1.2) * Fs(1), Dónde el factor seleccionado fue: St: superficies del terreno, Valor de la tierra utilizados según el municipio de la ciudad de Machala Ff: factor clase agroecológica, Fd: factor distancia, Ft: factor de topografía de terreno, Fu: factor de ubicación, Fs: factor de tamaño predial

Factor superficie	Factor distancia	Factor topografía	Factor Ubicación
VCT: VCSR x Fs x St	VCT: VCSR x Fd x St	VCT: VCSR x Ft x St	VCT: VCSR x Fu x St
VCT: 5000 x 1 x 3.17	VCT: 5000 x 1.2 x 3.17	VCT: 5000x0.9x 3.17	VCT: 5000 x 1.2 x 3.17
VCT: 15850	VCT: 19020	VCT: 14265	VCT: 19020

ΣVCT= 15850+19020+14265+19020=68155 USD

EVCT: 68.155,00 USD

Diagnóstico predio Frutales: Se encuentra aproximadamente a unos 200 metros de la entrada principal, posee 5,53 hectáreas (figura 4) el suelo de origen aluvial. Posee un pozo subterráneo, pero le falta de mantenimiento y se encuentra no disponible, existe instalado un sistema de riego por aspersión, pero con ciertos daños. La infraestructura es buena y cuenta con una glorieta y un vivero, ambos usados para la elaboración de material de propagación, Presencia de malezas, posee un elevado porcentaje, debido a la falta de atención y mantenimiento, las malezas más representativas son *Cyperus rotundus*, L y *Cynodon dactylon*, L, con porcentaje aproximados al 60%, considerando que al realizar este diagnóstico la temporada lluviosa incrementó aún más su población. La materia orgánica en este predio es un tanto baja. Por lo que se debe implementar un ciclo de fertilización para poder explotar un máximo rendimiento en estos cultivos. La tabla 8 muestra los resultados del diagnóstico predio frutales.

Tabla 8. Resultados del diagnóstico predio frutales.

Condición agronómica del predio	
Área en condición natural	5,53 has
Descripción de la flora nativa	Bosque
Área cultivable	Total (+) 5,53 has
Uso área cultivable	Explotación agrícola mango, piña y maracuyá
Condiciones del suelo	
Textura capa arable	Franco arcilloso
Profundidad del perfil	Profundo (más de 50 cm)

Textura del perfil	Medianos		
Drenaje	No disponible		
Nivel de fertilidad	Bajo		
рН	Ligeramente acido (5,8)		
Condición climatológica			
Distribución de lluvias y T ° C	Lluvias suficientes en climas cálidos		
Exposición solar	Sin problemas		
Vientos	Sin problemas		
Heladas	Sin problemas		
Condición de explotación			
Mano de obra	Escazas		
Enfermedades endémicas	Sin problemas		
Aprovecha y uso del agua	Riego mecanizado y el agua es disponible todo el año por medio de un pozo		
Vías internas	Mal estado		
Forma geométrica	Sin discontinuidad		
Disponibilidad	Sin problemas		
Clase de tierra	Clase I- excelente		
Servicios urbanos			
Densidad de población	Urbano 50%		
Medios de transporte	Servicios públicos		
Comodidades comerciales	Si (1.5 km a centro comercial Paseo Shopping).		
Distancia de poblaciones	1 km más cercano		
Vías de comunicación	Vía principal asfaltada y guardarraya sin asfaltar.		



Figura 4. Predio Frutales.

Cálculo del valor catastral del terreno

Predio Frutales:

Para realizar el cálculo los factores que influyen son los siguientes:

VCT: St (5.53 ha) * Vcsr (5000 USD) * Fe (1.35) * Fd(1.4)* Ft(1) * Fu(1.2) * Fs(1), Dónde el factor seleccionado fue: St: superficies del terreno, Valor de la tierra utilizados según el municipio de la ciudad de Machala Ff: factor clase agroecológica, Fd: factor distancia, Ft: factor de topografía de terreno, Fu: factor de ubicación, Fs: factor de tamaño predial.

Factor superficie	Factor distancia	Factor topografía	Factor Ubicación
VCT: VCSR x Fs x St	VCT: VCSR x Fd x St	VCT: VCSR x Ft x St	VCT: VCSR x Fu x St
VCT: 5000 x 1 x 5.53	VCT: 5000 x 1.4 x 5.53	VCT: 5000 x 1 x 5.53	VCT: 5000 x 1.2 x 5.53
VCT: 27650	VCT: 38710	VCT: 27650	VCT: 33180

ΣVCT= 27650+38710+27650+33180=127.190,00 USD

EVCT: 127.190,00 USD

CONCLUSIONES

El diagnóstico de los predios estudiados muestra que la "bananera" posee buenas características de suelo y ubicación, presenta buenas condiciones agronómicas; el predio "cacao y café" además de tener cultivado clones envejecidos, manifiestan sus características agronómicas de alto potencial productivo. finalmente el predio "frutales" además de contar con buena ubicación, posee un alto porcentaje de población y manejo, que facilitará elevadas producciones futuras.

Los predios evaluados (bananera, cacao y café, frutales) presentaron un valor catastral total de 816.345,00 USD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, N. (2015). Rangos, fórmulas y factores de ajuste al momento de ejecutar la homologación. (Ponencia). Congreso. Renovación, transformación y renacimiento en la valuación. Aquascalientes, México.
- Bojorque, J., Chuquiguanga, C., Peralta, C., & Flores, P. (2020). Precio del suelo dado por la oferta del mercado y el avalúo municipal: Relaciones y distribución espacial en la ciudad de Cuenca. "Maskana", 11(2), 58-69.
- Bolívar, H., Troconiz, J., & Ruiz, A. (2016). Diseño y evaluación de una estructura de costos de la ganaería bovina en el estado de Barinas, Venezuela. "Saber", 28(4), 761-774.
- Cañizares, A., & Jaramillo, E. (2015). El cultivo de Maracuyá en Ecuador. Ediciones UTMACH.
- Capa Benítez, L. B., & Alaña Castillo, T. P. (2016). Importancia de la producción de banano orgánico. Caso: Provincia El Oro, Ecuador. Universidad y Sociedad, 8(3), 64-71.

- Divina Cocoa. (2017). ¿En qué se parecen el cacao y el café? https://www.divinacocoa.com/post/2017/11/14/similitudes-cacao-y-cafe#:~:text=Ambos%20poseen%20 una%20gran%20complejidad,de%20sabor%20 para%20el%20paladar
- Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2021). Anuarios Metereológicos. INAMHI. https://elvex. com/inamhi-anuarios-metereologicos-en-pdf/
- Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2019). INIAP trabaja en el sector frutícola del país para fomentar producción sustentable. http://www. iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-trabaja-en-el-sector-fruticola-del-pais-para-fomentar-produccion-sustentable/
- Duicela, L., Martínez, M., Loor, R., Morris, A., Guzmán, A., Rodríguez, C., & Chilan, W. (2018). Gestión del conocimiento e innovación organizacional para reactivar la cadena productiva del café robusta, Ecuador. Espaciencia, 1, 61-72.
- Granda, A., Cuesta, R., & Villagomez, M. (2017). Modelo de valoración masiva de suelo urbano caso de. Geografía y Sistemas de Información Geográfica, 9(9), 152-170.
- Guerrero, G. (2018). La producción del mango ecuatoriano. Estrategia de Agronegocios, 9-15.
- Molina, F., García, R., & Socorro, A. (2020). Procedimientos para la determinación del valor catastral de un predio agrícola dedicado a la actividad de pastoreo. Revista Científica "Agroecosistemas", 8(2), 10-15.
- Moreno, C., Molina, I., Miranda, Z., Moreno, R., & Moreno, P. (2020). La cadena de valor de cacao en Ecuador: Una propuesta de estrategias para oadyuvar a la sostenibilidad. Revista Cientifica Bioagro, 32(3), 205-214.

- Pantano, B. (2019). Apoyo y soporte en la elaboración de los avalúos comerciales de los puntos, muestra que servirán de base para el calculo del índice de valoración predial en el área rural de la ciudad de Santiago de Cali en veintinueve veredas del municipio. Revista "Catastral y Geodesia", 8(2).
- Pinto, M. (2012). El cultivo de piña y el clima en Ecuador. INAMHI. https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20de%20 la%20pi%c3%b1a%20y%20el%20clima%20en%20 el%20Ecuador.pdf
- Trejo, D., & Hernández, E. (2018). Hongos micorrizicos arbusculares en el crecimiento del café (Coffea arabica L.) variedades garnica, catimos, caturra y catuaí. Revista Agroproductividad, 11(4), 61-67.
- Vega, R., & Paloma, J. (2019). Análisis de los criterios de valoración del suelo al interior de un predio rural en la reserva forestal del río las Ceibas Municipio de Neiva-HUILA. (Tesis de posgrado). Universidad de Bogotá.
- Villa, P. (2014). Valoracion del terreno e infraestructura, de un predio rustico agrícola. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica de Machala.
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. Revista Cumbres, 1(2), 28-34.
- Zapata, M. (2015). Distribucion geografica de la mancha roja en el cultivo de banano organico en el valle del chira. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Piura.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores interesados en publicar en la Revista Científica Agroecosistemas deberán enviar sus contribuciones a la siguiente dirección electrónica: agroecosistemas@ucf.edu.cu

Los trabajos enviados para su publicación han de ser inéditos; no deben haber sido presentados simultáneamente en otra revista y no pueden contener plagio. Las contribuciones podrán escribirse en Microsoft Office Word u Open Office Writer, en formato carta, empleando letra Verdana a 10 puntos puntos e interlineado sencillo. Los márgenes superior e inferior serán a 2,5 cm y se dejará 2 cm para el derecho e izquierdo. Los tipos de contribuciones que aceptará la revista serán: artículos de investigación científico-tecnológica, artículos de reflexión, artículos de revisión y reseñas bibliográficas.

Estructura de los manuscritos

El envío de los artículos deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Extensión entre 10 y 15 páginas.
- Título en español e inglés (20 palabras como máximo).
- · Nombre (completo) y apellidos de cada uno de los autores, antecedido por el título académico o científico (se recomienda no incluir más de tres autores por artículo).
- · Adscripción laboral, país y correo electrónico.
- Resumen en español y en inglés (no excederá las 250 palabras) y palabras clave (de tres a diez en español e inglés).
- Introducción (en la que se excluya el diseño metodológico de la investigación); Materiales y métodos; Resultados y discusión (para artículos de investigación científico tecnológica, el resto de las contribuciones tendrá en vez de estos dos apartados un Desarrollo); Conclusiones (nunca enumeradas); y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

Requisitos formales

- · Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- · Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.

- · Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.
- Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).
- Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).
- Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.
- Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: (Apellido, año, p. Número de página) si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es); ó Apellido (año, p. Número de página), si no se incluyen estos datos en el texto. El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

Revista publicada bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862