

13

Recibido: enero, 2023 Aprobado: febrero, 2023 Publicado: abril, 2023

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE PITAHAYA BAJO MANEJO INTEGRADO USANDO BIOCARBÓN Y MICROORGANISMOS EFICIENTES

EVALUATION OF TWO VARIETIES OF PITAHAYA UNDER INTEGRATED MANAGEMENT USING EFFICIENT BIOCHAR AND MICROORGANISMS

Joffre Alcívar León Toro

E-mail: jleon9@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7148-8339>

José Nicasio Quevedo Guerrero

E-mail: jquevedo@utmachala.edu.ec

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

Rigoberto Miguel García Batista

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

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

Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador

Cita sugerida (APA, séptima edición)

León Toro, J. A., Quevedo Guerrero, J. N., García Batista, R. M. (2023). Evaluación de dos variedades de Pitahaya bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(1), 100-106. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

Los monocultivos en la provincia de El Oro han ocasionado bajos precios por la sobreoferta, debido a esto se debe diversificar la producción, siendo la Pitahaya una opción que está en auge en mercados internacionales y es rentable. Establecer un manejo integrado del cultivo usando biochar y microorganismos eficientes permitirá mejorar su rendimiento y enriquecer el microbiota del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo de dos variedades de pitahaya bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes en la granja Experimental Santa Inés, cantón Machala, Ecuador. Se utilizó un diseño completamente al azar con dos variedades de pitahaya y tres tratamientos, las variables evaluadas fueron: días a la brotación, número de brotes, longitud de tallos secundarios, diámetro de tallos secundarios, peso de raíces, población de nemátodos en raíces. El mejor tratamiento fue 20 gramos de Biochar + 200 gramos de microorganismos eficientes y 30 gramos de Biochar + 300 gramos de microorganismos eficientes en cuanto a número de brotes, longitud de tallos secundarios y bajas poblaciones de nemátodos en raíces de *Hylocereus undatus*, lo que evidencia la buena respuesta de esta cactácea a los tratamientos antes señalados.

Palabras clave:

Pitahaya, biochar, microorganismos eficientes, nemátodos.

ABSTRACT

Monocultures in the province of El Oro have caused low prices due to oversupply, due to this, production must be diversified, Pitahaya being an option that is booming in international markets and is profitable. Establishing an integrated management of the crop using biochar and efficient microorganisms will improve its yield and enrich the soil microbiota. The objective of this work was to evaluate the vegetative development of two varieties of pitahaya under integrated management using biochar and efficient microorganisms at the Santa Inés Experimental farm, Machala canton, Ecuador. A completely randomized design was used with two varieties of pitahaya and three treatments, the variables evaluated were: days to sprouting, number of shoots, length of secondary stems, diameter of secondary stems, root weight, population of nematodes in roots. The best treatment was 20 grams of Biochar + 200 grams of efficient microorganisms and 30 grams of Biochar + 300 grams of efficient microorganisms in terms of number of shoots, length of secondary stems and low populations of nematodes in roots of *Hylocereus undatus*, which shows the good response of this cactus to the aforementioned treatments.

Keywords:

Pitahaya, biochar, efficient microorganisms, nematodes.

INTRODUCCIÓN

Los cultivos prioritarios en la Provincia de El Oro son el banano, cacao y café; sin embargo, depender solo de estos traen consigo muchos problemas en cuanto a bajos precios por la alta oferta de este tipo de frutales. Las propiedades del suelo y las condiciones climáticas son extremadamente favorables para la producción de diferentes cultivos; la pitahaya (*Hylocereus spp*) es considerada un producto de gran demanda internacional, tomando en cuenta esto, es necesario establecer un manejo integrado del cultivo eficiente y rentable, que permita a los agricultores cumplir con las exigencias de los mercados internacionales para su exportación.

La pitahaya es una cactácea epífita (Perween, *et al.*, 2018), que tiene característica de trepadora por la emisión de raíces adventicias en sus tallos segmentados (Medina, 2016); el origen de esta planta silvestre es América Central y en Sudamérica se encuentra en Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador (Morillo, *et al.*, 2017). Dentro del género *Hylocereus* existen dos especies como son *H. undatus* y *H. megalanthus* de mayor distribución comercial (Vargas & López, 2020). Es un cultivo de frutos exóticos que gracias a su capacidad para retener agua, se adapta a zonas donde existen pocas precipitaciones (De Oliveira, *et al.*, 2020).

Como toda planta, la pitahaya está expuesta a plagas, principalmente a los nemátodos que son organismos microscópicos con aspecto vermiforme que habitan en el suelo, causando mucho daño al desarrollo de cultivos, ya que se alojan en el sistema radicular, lo destruyen y provocan pérdida de vigor y productividad (Meza, 2019).

En 2021 se exportaron 18 mil toneladas de esta fruta, Estados Unidos es el principal comprador que abarca un 84% del mercado; los principales sitios de producción están en Morona Santiago (65%), Manabí (8%) y Pichincha (5.5%) (Agrocalidad, 2022). Existen 1446 hectáreas de producción en nuestro país, incluidas las superficies destinadas a este cultivo en la provincia de El Oro, con un rendimiento nacional de 6 t. ha⁻¹ (MAG, 2022).

La calidad, su dulce sabor y su atractiva apariencia, son parte fundamental a la hora de ser adquiridas, además contiene propiedades químicas como son: glucosa, ácidos orgánicos, vitaminas, fibra dietética soluble, betalainas, minerales y fitoalbúminas que lo atribuyen como un alimento funcional (Vargas, *et al.*, 2021).

La producción de alimentos debe ser sostenible y responsable, con el objetivo de proteger las fuentes hídricas, conservar el suelo y preservar la biodiversidad. Para lograr esto, se deben implementar prácticas sostenibles que reestablecen la fertilidad del suelo y aseguran su equilibrio biológico (De Oliveira *et al.*, 2017); el abuso de los fertilizantes químicos generan problemas como salinización, compactación, disminución de la microbiota que comprometen la nutrición de plantas (Alvarez, 2017).

Al utilizar abonos orgánicos se mejora las condiciones del suelo; el biocarbón también conocido como biochar que resulta de la degradación termodinámica de biomasa, en un espacio con poca presencia de oxígeno mediante pirólisis (Pradhan, *et al.*, 2020) y que debido a su porosidad es un excelente medio para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Cornelissen, *et al.*, 2018).

El biocarbón se deriva de restos vegetales, como materiales leñosos, paja, incluso hasta el estiércol de ganado, pasa por un proceso de pirólisis a altas temperaturas para su obtención en forma sólida (Pandey *et al.*, 2016), actúa conjuntamente con microorganismos eficientes aportando nutrientes (Zhu, *et al.*, 2017).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo de dos variedades de pitahaya (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus megalanthus*) bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes en la granja Experimental Santa Inés, del cantón Machala, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Granja Experimental Santa Inés perteneciente a la Universidad Técnica de Machala con un área de 478 m² (Figura 1), misma que está ubicada en el cantón Machala, provincia de El Oro, con unas coordenadas geográficas: 3°17'17" S; 79°54'39" W y una altitud de 5 msnm, el clima es seco a semihúmedo, su pluviometría anual se encuentra entre los 500 a 1000 mm, las temperaturas medias son superiores a 24°C y de acuerdo a la zona de vida natural de Holdridge esta región está situada en una zona húmeda tropical. El experimento se realizó en el periodo de mayo a diciembre del 2022.

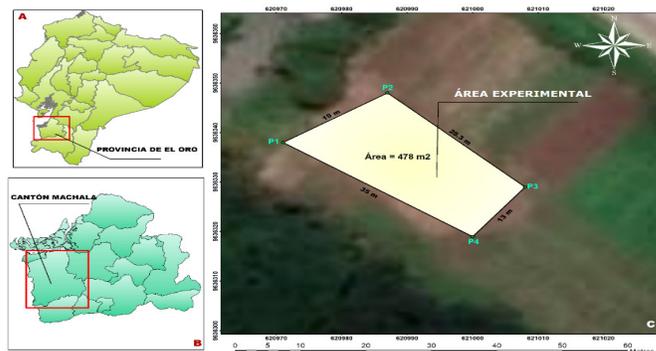


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio, **A)** Mapa de Ecuador, **B)** Mapa de la provincia de El Oro, **C)** Imagen satelital con el área de estudio delimitada

Materiales y manejo

Se utilizó como material vegetativo esquejes de 1 metro de longitud; 60 de la especie *H. undatus* (cáscara roja y pulpa blanca) y 60 de *H. megalanthus* (cáscara amarilla y pulpa blanca); estos fueron extraídos de plantas madre de 4,5 años de edad, procedentes del cantón El Panguí, provincia de Zamora Chinchipe (cáscara amarilla) y

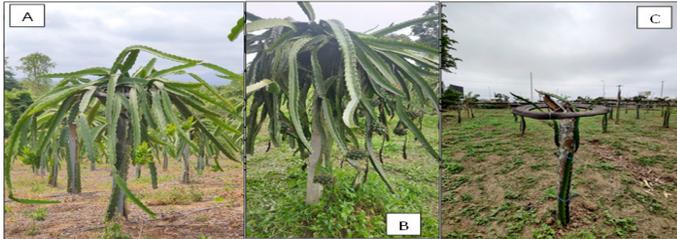


Figura 2. Variedades de Pitahaya y tutor vivo, **A)** *H. undatus*, **B)** *H. megalanthus*, **C)** *Spondias purpurea*

El riego se lo realizó por aspersión, con 2 intervalos semanales de 2 horas cada uno. Para la limpieza de maleza se empleó una desbrozadora. La poda de formación se realizó dejando los dos brotes secundarios superiores de la planta y todos aquellos que emergían por debajo se eliminaron, para la poda de mantenimiento se eliminaron todos los tallos que se entrecruzaban y aquellos brotes terciarios que crecieron fuera del contorno del soporte.

Obtención del biochar y reproducción de microorganismos

Para obtener el biocarbón se empleó la metodología aplicada por (Marín, et al., 2018) y el origen es de ramas y restos vegetales de cacao, el cual se realizó a partir de un proceso de pirólisis.

La reproducción de microorganismos eficientes (ME) se realizaron varios procedimientos: primero se realizó la captura en vasos plásticos que contenían arroz cocinado sin sal, luego se procedió a tapar con una gasa médica para colocarlos en diferentes zonas húmedas donde se puedan reproducir y a los 7 días se recolectó el contenido de los vasos. Continuamente se recogió materia orgánica, hojarasca descompuesta de caña guadúa y se mezcló con afrecho de trigo con melaza diluida en agua hasta formar una masa fácil de desintegrar y con bajo contenido de humedad. Finalmente, se colocó y compactó en un tanque plástico de 100 litros hasta llegar a una separación de 20 cm entre el sustrato y la tapa del recipiente, para sellarlo herméticamente y que ocasione una reproducción anaeróbica (Quevedo *et al.*, 2019). Luego de 30 días se verificó el estado del sustrato para formar las mezclas de cada tratamiento y aplicar en estado sólido (Figura 3).



Figura 3. Captura y reproducción de microorganismos eficientes, **A)** Vaso con arroz para capturar microorganismos, **B)** Hojarasca de caña guadua, **C)** Recipiente para la reproducción anaeróbica de microorganismos eficientes

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores de estudio: primer factor las variedades (*H. megalanthus* e *H. undatus*) y el segundo factor los tres tratamientos (Biocarbón + microorganismos eficientes) con 10 repeticiones distribuidas en 12 filas (6 por cada variedad), con una separación de 2,5 m entre plantas y 3,5 m entre filas. Los tratamientos fueron: testigo sin aplicaciones (T1), 20 gramos de biochar + 200 gramos de microorganismos eficientes (T2), 30 gramos de biochar + 300 gramos de microorganismos eficientes (T3) (Tabla 1). La aplicación de los tratamientos se la realizó cada 30 días a 10 cm alrededor de la planta.

Tabla 1. Tratamientos objeto de estudio

Variedades	Tratamientos (simbología)	Dosis de Biocarbón + microorganismos eficientes
<i>H. megalanthus</i>	T1	Testigo control (sin aplicaciones)
	T2	20 g + 200 g
	T3	30 g + 300 g
<i>H. undatus</i>	T1	Testigo control (sin aplicaciones)
	T2	20 g + 200 g
	T3	30 g + 300 g

Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: días a la brotación (Dbr), esta se registró cuando los brotes de cada planta emergieron en un 50% de cada tratamiento. Cada 30 días se registraron el número de brotes (Nbr) emitidos por cada planta y la longitud de los tallos secundarios (LTS) que con ayuda de una cinta métrica se anotó sus unidades en centímetros (cm) desde el punto de emergencia en el tallo hasta el ápice de este. Finalmente se evaluó diámetro de los tallos secundarios (DTS) en unidades de milímetros (mm), con un calibrador se tomó las tres caras de los cladodios y luego se promediaron estos datos para establecer una media de cada tallo. Peso de raíces vivas (PRV) se realizó un muestreo, el cual consistía en extraer las raíces a una profundidad de 15 x 30 x 15 cm, para luego limpiar el suelo adherido a ellas, lavarlas cuidadosamente, después secarlas con papel adsorbente y proceder a pesar en una balanza digital (Figura 4). El sistema radical de cada tratamiento fue analizado en laboratorio para determinar las poblaciones de nemátodos y la identificación de los géneros (PNR) existentes en las raíces.

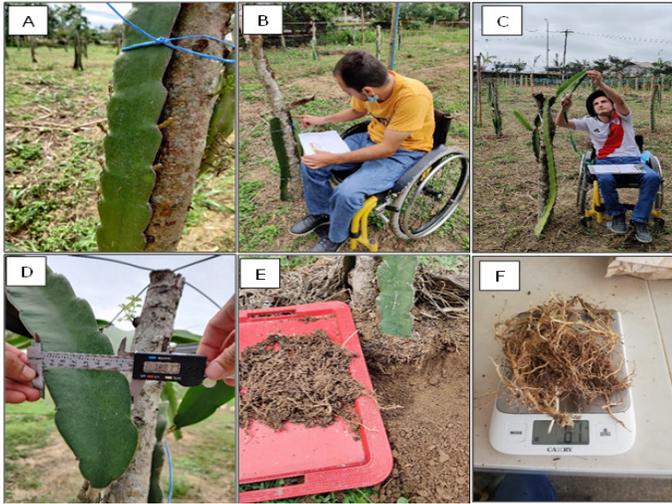


Figura 4. Procesos de evaluación de variables, A) Días a la brotación, B) Contabilizando número de brotes, C) Midiendo la longitud de tallos secundarios, D) Toma de diámetro de tallos secundarios, E) Extracción de raíces, F) Peso de raíces vivas

Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico de datos se utilizó el software IBM SPSS Statistics versión 25, en el cual se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un diseño completamente al azar con dos factores de estudio, se aplicaron pruebas de rangos múltiples post hoc para conocer cómo se agrupan los datos entre sí mediante Tukey al 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 2 muestra el análisis estadístico de las variables evaluadas en donde se evidencian las diferencias significativas e interacción de los factores de estudio (variedades de pitahaya y tratamientos) lo que permite interpretar el efecto que causan los tratamientos en las variables.

Tabla 2. Análisis de varianza (ANOVA) de las dosis de Biochar con microorganismos eficientes en las variables

Tratamientos		\bar{x} Nbr	\bar{x} LTS (cm)	\bar{x} DTS (mm)	\bar{x} PRV (g)
T1		1,35 a	61,598 a	44,426 a	19,75 a
T2		1,475 a	74,368 ab	44,685 a	19,833 a
T3		1,925 b	80,375 b	46,099 a	20,333 a
F	Variedad	2,97	26,353	530,639	9,306
	Tratamiento	6,652	5,947	0,471	0,004
	Variedad*-tratamiento	5,015	0,803	0,439	1,175
Sig	Variedad	0,088	0,000001	1,063E-44	0,010
	Tratamiento	0,002	0,003	0,626	0,996
	Variedad*-tratamiento	0,008	0,450	0,646	0,342

Letras diferentes, demuestran diferencias estadísticas significativas, letras iguales demuestran similitud de medias mediante pruebas post hoc de Tukey^{ab} al 5%; donde ^b representan las medias más altas.

Días a la brotación (Dbr)

La variable días a la brotación señaló que en las plantas de la variedad *H. megalanthus* los brotes emergieron en menor tiempo, en el T1 y T3 la brotación fue a los 24 días y en el T2 a los 41 días. En la variedad *H. undatus* tardaron más tiempo en emerger, T1 con 41 días y T2, T3 ambos tratamientos con 61 días respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Días a la brotación por cada tratamiento y variedad

Variedad	Tratamientos	Dbr
<i>H. megalanthus</i>	T1	24
	T2	41
	T3	24
<i>H. undatus</i>	T1	41
	T2	61
	T3	61

Número de brotes (Nbr)

El análisis de varianza evidencia que para el número de brotes no existen diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($p < 0,05$) (Tabla 2), sin embargo, T3 y T1 de la variedad *H. megalanthus* obtuvieron las medias más altas con 1,55 y 1,50 brotes respectivamente en comparación con el T2 que fue el más bajo (Figura 5). Si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 2), en donde T3 y T2 de la variedad *H. undatus* obtienen las mayores medias con 2,3 y 1,6 brotes en comparación con T1 que emitió una media de 1,2 brotes (Figura 5).

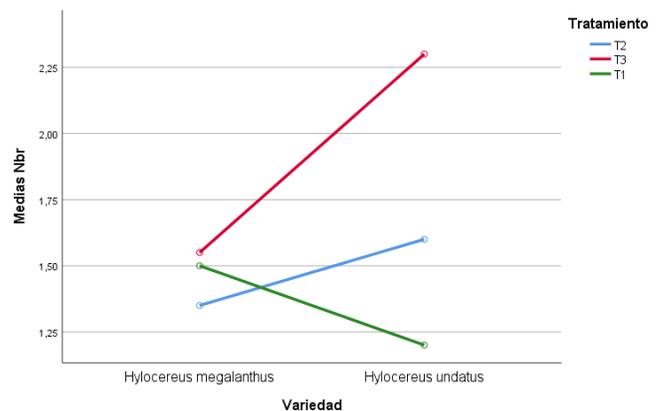


Figura 5. Medias del número de brotes de variedades en función de los tratamientos

Longitud de tallos secundarios (LTS)

Autores como Garbanzo León *et al.*, (2019) plantean que los tallos de pitahaya no tienen un tamaño específico, ya que pueden ser de distinto tamaño y grosor, clasificados en 4 categorías: a) primarios, es la semilla asexual que se utiliza para plantar; b) secundarios, son los brotes que emergen de los tallos primarios; c) terciarios, que nacen

de los tallos secundarios y hacen una bifurcación cuando llegan a la parte superior del tutor; d) cuaternarios, que brotan de los tallos terciarios. El análisis de varianza para la variable longitud de tallos secundarios (Tabla 2) nos indica que si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) tanto entre variedades como entre tratamientos, se observó (Figura 6) que el T2 y T3 de la variedad *H. megalanthus* obtuvo mejores resultados con una media estimada de 89,515 cm y 88,475 cm respectivamente en comparación con el T1 que fue de 73,315 cm; a diferencia de la variedad *H. undatus* los tratamientos de mejores respuestas fueron T3 y T2 con una media de 72,275 cm y 59,221 cm en comparación al T1 que contó con 49,881 cm (Figura 6).

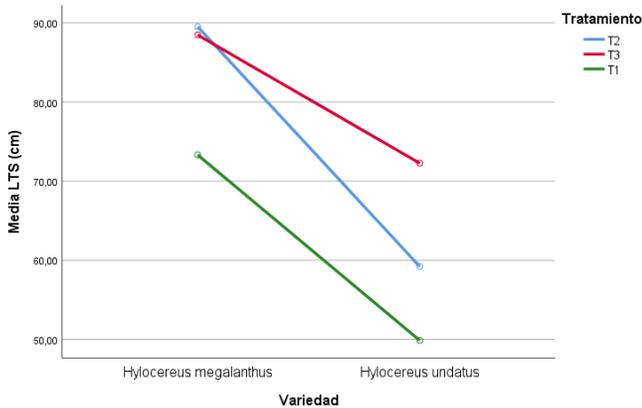


Figura 6. Medias de longitud de tallos secundarios de variedades en función de los tratamientos

Diámetro de tallos secundarios (DTS)

El análisis de varianza del diámetro de tallos secundarios mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), sin embargo, si lo hay entre variedades (Tabla 2); también nos indica que el T2 de la variedad *H. undatus* tuvo una mejor media estimada con 64,50 mm y el T1 de la variedad *H. megalanthus* fue el de menor media estimada con 27,90 mm (Figura 7).

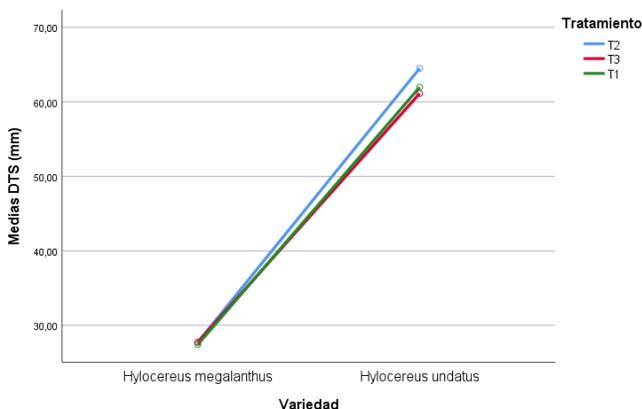


Figura 7. Medias de diámetro de tallos secundarios de variedades en función de los tratamientos

Peso de raíces vivas (PRV)

Según el análisis de varianza (Tabla 2) en el peso de raíces vivas se observó que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto a la aplicación de tratamientos, pero si existe influencia significativa entre variedades. El T2 y T3 de la variedad *H. undatus* (Figura 5) alcanzó una media de 33,667 g y 31,667 g respectivamente, siendo estas las de mayor peso en comparación con el T1. En cambio, en la variedad *H. megalanthus* el de menor peso fue el T2 con una media de 7 g y el de mayor peso el T1 con 17 g. (Figura 8)

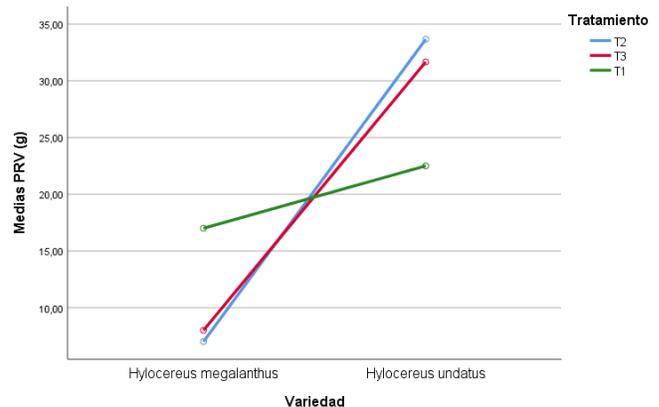


Figura 8. Medias de peso de raíces vivas de variedades en función de los tratamientos

Población de nemátodos en raíces (PNR)

Los resultados obtenidos en laboratorio muestran que en la variedad *H. megalanthus* existen dos géneros de nemátodos en raíces: *Meloidogyne* que superan los 22000 individuos x 100 g de raíces en los tres tratamientos y se evidenció un máximo de 40000 individuos en el T3. Del género *Trichodorus* no existen en el T1, si existen 2000 individuos x 100 g de raíces en T2 y T3 (Figura 9). Estos datos difieren con los encontrados por Guzmán et al., (2012) en pitahaya amarilla, ya que las poblaciones del género *Meloidogyne* fueron bajas con 2642 y 2506 nemátodos x 100 g de raíces respectivamente.

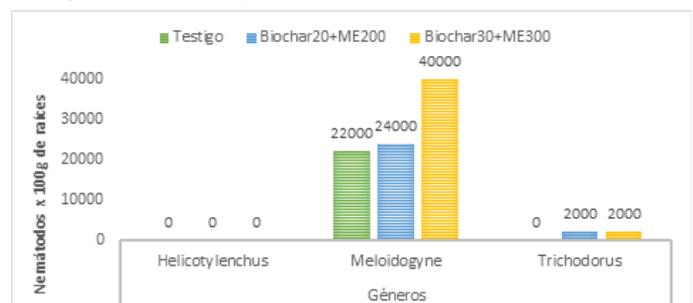


Figura 9. Población de nemátodos x 100 g de raíces en *H. megalanthus* En la variedad *H. undatus* existen 3 géneros de nemátodos en raíces: 2000 individuos del género *Helicotylenchus* en el T1 y no hay evidencias en los otros tratamientos. Del género *Meloidogyne* se encuentran 2000 y 4000 individuos x 100 g de raíces en los tratamientos T2 y T3

respectivamente y ninguno en T1. No hay evidencias del género *Trichodorus* en ningún tratamiento y del género

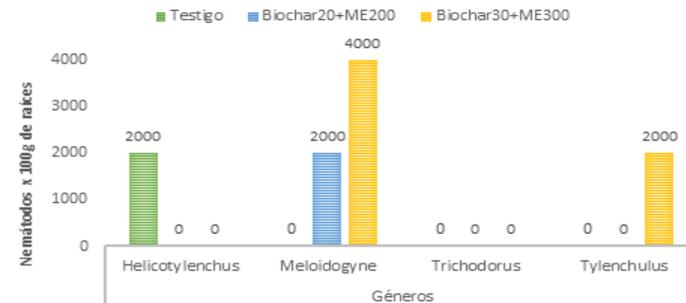


Figura 10. Poblaciones de nemátodos x 100 g de raíces en *H. undatus*

CONCLUSIONES

La aplicación de Biochar con microorganismos eficientes en las dosis de T2 y T3 si incidió favorablemente en la variedad *H. undatus* en cuanto al desarrollo de raíces, ya que la población y género de nemátodos existentes en ellas no perjudica significativamente y éstas pueden tener buena absorción de nutrientes para la aparición de brotes, posterior crecimiento, mayor longitud y diámetro de sus tallos secundarios, por consiguiente, tendrá un mejor desarrollo vegetativo.

La variedad *H. megalanthus* las aplicaciones de Biochar con microorganismos eficientes no tuvieron eficacia, en la mayoría de variables evaluadas se evidencia poca respuesta en el desarrollo vegetativo, a excepción de la longitud de tallos secundarios que se demostró que las dosis de T2 y T3 si fueron benéficas si las comparamos con T1, incluso estos tallos fueron de mayor longitud que los de la variedad *H. undatus*. Los nemátodos existentes en las raíces de *H. megalanthus* supera el umbral de poblaciones, por lo tanto, se nota que la morfología de sus tallos es de crecimiento angosto, bajo número de brotes y lento desarrollo; esto también explica que esta variedad al no tener las condiciones climáticas adecuadas, ya que se adapta mejor a climas de la Amazonía ecuatoriana, está más susceptible a la aparición de plagas y por ende problemas en su desarrollo vegetativo.

Los días que aparecieron los brotes, en la variedad *H. megalanthus* si emergieron en menor tiempo en comparación con la *H. undatus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agrocalidad. (2022). *Boletín Informativo Pitahaya*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/PitahayaEC.pdf>

Alvarez Quispe, M. M. (2017). *Efecto de los microorganismos eficaces y frecuencias de aplicación, en el rendimiento del cultivo de la Vid (Vitis vinifera L.) cv.* [Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1874>

Cornelissen, G., Jubaedah, Nurida, N. L., Hale, S. E., Martinsen, V., Silvani, L., & Mulder, J. (2018). Fading positive effect of biochar on crop yield and soil acidity during five growth seasons in an Indonesian Ultisol. *Science of The Total Environment*, 634, 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.380>

De Oliveira, M. M. T., Shushua, L., Kumbha, D. S., Zurgil, U., Raveh, E., & Tel-Zur, N. (2020). Performance of *Hylocereus* (Cactaceae) species and interspecific hybrids under high-temperature stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 153, 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.04.044>

De Oliveira Miranda, N., Santos Pimenta, A., Costa Da Silva, G. G., Mota Oliveira, E. M., & Barbosa De Carvalho, M. A. (2017). Biochar as soil conditioner in the succession of upland rice and cowpea fertilized with nitrogen. *Caatinga*, 30(2), 313–323. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237149966006>

Garbanzo León, G., Chavarría Pérez, G., & Vega Villalobos, E. V. (2019). Correlaciones alométricas en *Hylocereus costaricensis* y *H. monacanthus* (pitahaya): una herramienta para cuantificar el crecimiento. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 425–436. <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.33574>

Guzmán Piedrahíta, Ó. A., Pérez, L., & Patiño, A. (2012). Reconocimiento de nematodos fitoparásitos en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* haw.). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 16(2), 149–161. <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4553>

MAG. (2022). *Boletín situacional cultivo de pitahaya*. http://sipa.agricultura.gob.ec/boletines/situacionales/2021/boletin_situacional_pitahaya_2021.pdf

Marín Armijos, J., García Batista, R. M., & Barrezueta-Unda, S. (2018). Elaboración de biocarbón obtenido a partir de la cáscara del cacao y raquis del banano. Informe Proyecto de Investigación.

Medina Salazar, J. A. (2016). Documentar las relaciones hídricas y requerimientos nutricionales de la Pitahaya amarilla, *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran, durante distintas etapas fenológicas del cultivo en tres localidades del Valle del Cauca [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57117>

Meza Durán, P. (2019). *Nemátodos fitoparásitos de importancia agrícola enemigos a considerar en el cultivo del ajo*. INIA La Platina. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4983>

- Morillo Coronado, A. C., Tovar León, Y. P., & Morillo Coronado, Y. (2017). Caracterización molecular de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en la provincia de lengupá, boyacá-colombia. *Biotechnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 11–18. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)11-18](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)11-18)
- Pandey, V., Patel, A., & Patra, D. D. (2016). Biochar ameliorates crop productivity, soil fertility, essential oil yield and aroma profiling in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Ecological Engineering*, 90, 361–366. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.01.020>
- Perween, T., Mandal, K., & Hasan, M. (2018). Dragon fruit: An exotic super future fruit of India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 1022–1026. <https://www.researchgate.net/publication/323966688%0D>
- Pradhan, S., Abdelaal, A. H., Mroue, K., Al-Ansari, T., Mackey, H. R., & McKay, G. (2020). Biochar from vegetable wastes: agro-environmental characterization. *Biochar*, 2, 439–453. <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00069-9>
- Quevedo Guerrero, J. N., Delgado Pontón, A. M., Tuz Guncay, I. G., & García Batista, R. M. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Informe Proyecto de Investigación*.
- Vargas Gutiérrez, K. A., & López Montañez, R. N. (2020). *Guía Técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1052>
- Vargas Tierras, Y., Díaz, A., Caicedo, C., Macas, J., Suárez Tapia, A., & Willian, V. (2021). Benefits of Legume Species in an Agroforestry Production System of Yellow Pitahaya in the Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 13(16), 9261. <https://doi.org/10.3390/su13169261>
- Zhu, X., Chen, B., Zhu, L., & Xing, B. (2017). Effects and mechanisms of biochar-microbe interactions in soil improvement and pollution remediation: A review. *Environmental Pollution*, 227, 98–115. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.04.032>