

Evaluación de la aplicación de HeberNem-S® en el cultivo de papaya a cielo abierto

Evaluation of the Application of HeberNem-S® in open-field papaya cultivation

✉ Yanara de la Victoria Portell¹, ✉ Rutdali María Segura Silva¹, ✉ Yunier Luis Paneque Díaz¹,
✉ Sandra Arias López¹, ✉ Mirlleys Peláez Sánchez¹, ✉ Raúl González Ríos¹, ✉ Yailén Valdés
Ruiz¹, ✉ Nemecio González Fernández¹, ✉ Amaury Pérez Sánchez^{2*} and ✉ Axell Lastre Rosabal²

¹Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Camagüey, Camagüey, Cuba.

E-mail: yanara.victoria@cigb.edu.cu, ruthdaly.segura@cigb.edu.cu, yunier.paneque@cigb.edu.cu, sandra.arias@cigb.edu.cu,
mirlleys.pelaez@cigb.edu.cu, raul.gonzalez@cigb.edu.cu, yailen.valdes@cigb.edu.cu, nemecio.gonzalez@cigb.edu.cu

²Universidad de Camagüey (UC), Camagüey, Cuba. E-mail: axell.lastre@reduc.edu.cu

*Autor para correspondencia: Amaury Pérez Sánchez, e-mail: amaury.perez84@gmail.com

RESUMEN: El bionematicida y biofertilizante HeberNem-S® se ha empleado exitosamente en cultivos protegidos y semiprotegidos, demostrando su efectividad para la estimulación de la germinación, el crecimiento y la floración. Sin embargo, su uso en cultivos no protegidos no ha sido suficientemente estudiado. El presente trabajo representa la primera evaluación del efecto de HeberNem-S® sobre el crecimiento vegetativo y productividad agrícola en el cultivo de papaya en condiciones de cielo abierto. El ensayo se desarrolló en la finca El Jibao, Camagüey, con posturas de la variedad Maradol Roja. Se siguió un esquema de 4 aplicaciones de HeberNem-S®: al momento del trasplante, 40, 100 y 160 días después. En las plantas tratadas, respecto a la comparación con el control absoluto, aumentaron significativamente indicadores morfofisiológicos como: altura de planta y diámetro del tallo. Además, se produjo un adelanto de la floración y la fructificación en las plantas que recibieron HeberNem-S®, con respecto al grupo testigo y a lo reportado para la variedad. También se incrementaron significativamente indicadores agroproductivos: número de flores y frutos por planta, longitud y diámetro de los frutos con madurez técnica y peso promedio de los frutos, con un rendimiento estimado de 87 kg/ha al finalizar el cultivo, superior a la media reportada en Cuba de 50 kg/ha. Con estos resultados se demuestra el efecto estimulador de HeberNem-S® sobre el crecimiento vegetativo y productividad agrícola en el cultivo de papaya en condiciones de cielo abierto.

Palabras clave: Agricultura Sostenible, Bionematicida, HeberNem-S®, Productividad Agrícola.

ABSTRACT: The bionematicide and biofertilizer HeberNem-S® has been successfully used in protected and semi-protected crops, demonstrating its effectiveness in stimulating germination, growth, and flowering. However, its use in unprotected crops has not been sufficiently studied. This study represents the first evaluation of the effect of HeberNem-S® on vegetative growth and agricultural productivity in papaya cultivation under open-air conditions. The trial was conducted at the El Jibao farm in Camagüey, using seedlings of the Maradol Roja variety. A four-application schedule of HeberNem-S® was followed: at transplantation, and 40, 100, and 160 days later. In treated plants, morphophysiological indicators such as plant height and stem diameter increased significantly compared to the control group. Furthermore, flowering and fruiting occurred earlier in plants that received HeberNem-S® compared to the control group and compared to the variety reported for the same group. Agricultural production indicators also increased significantly: number of flowers and fruits per plant, length and diameter of technically ripe fruit, and average fruit weight, with an estimated yield of 87 kg/ha at the end of the crop, higher than the average reported in Cuba of 50 kg/ha. These results demonstrate the stimulating effect of HeberNem-S® on vegetative growth and agricultural productivity in papaya cultivation under open-air conditions.

Keywords: Sustainable Agriculture, Bionematicide, HeberNem-S®, Agricultural Productivity.

Recibido: 10/07/2025

Aceptado: 07/11/2025

Conflictos de intereses. Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Contribución de los autores: **Conceptualización:** Y. de la Victoria. **Curación de datos:** Y. de la Victoria, R. Segura, Y. Paneque. **Análisis formal:** Y. de la Victoria, N. González, S. Arias, A. Pérez. **Adquisición de fondos:** N. González, R. Segura. **Metodología:** Y. de la Victoria. **Administración del proyecto:** Y. de la Victoria, R. Segura. **Investigación:** Y. de la Victoria, R. Segura, Y. Paneque, S. Arias, M. Peláez, R. González, Y. Valdés, N. González, A. Pérez, A. Lastre. **Recursos:** N. González. **Software:** Y. de la Victoria, A. Pérez. **Supervisión:** Y. de la Victoria, N. González, R. Segura, Y. Paneque. **Validación:** Y. de la Victoria, R. Segura, Y. Paneque. **Visualización:** Y. de la Victoria, M. Peláez. **Escritura-borrador inicial:** Y. de la Victoria, S. Arias, Y. Paneque. **Escritura-revisión y edición:** Y. de la Victoria, A. Pérez, R. Segura.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

El principal reto de la agricultura moderna es la producción de alimentos de alta calidad, ecológicamente seguros y económicamente asequibles para una población mundial en constante crecimiento (Marín et al., 2013b).

La agricultura moderna requiere de altos rendimientos para dar respuesta a las necesidades de los seres humanos; el empleo de plaguicidas químicos para lograr este objetivo ha dado resultados parcialmente satisfactorios durante varias décadas. El uso de sustancias químicas para el control de plagas en la agricultura ha ocasionado un creciente deterioro del ecosistema, además de traer consigo que los alimentos producidos bajo este régimen posean contaminación y resulten dañinos para las personas que los consumen (Campos et al., 2003).

Actualmente, los consumidores están muy interesados en el origen de los productos alimenticios, cómo fueron cultivados o si son seguros para consumirse, así como en el contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente aquellos de consumo en fresco (Díaz et al., 2013).

El interés del control biológico y pesticidas microbianos se ha incrementado en los últimos años debido a la necesidad de encontrar variantes a los productos químicos y para proteger el medioambiente. Sin embargo, el éxito en utilizar estos tipos de productos depende fundamentalmente del conocimiento de sus mecanismos de acción y su interacción con otros microorganismos en la rizosfera de la planta (Marín et al., 2010).

En las últimas décadas se aprecia una tendencia creciente en el empleo de microorganismos benéficos nativos y no-nativos, con el objetivo de mejorar el rendimiento de los cultivos e incrementar la producción. Es en este contexto, que numerosos microorganismos del suelo, con potencialidades, han sido incluidos en diferentes prácticas de manejo integrado de plagas y mejoramiento de la productividad agrícola (Marín, et al., 2013).

En la actualidad los biofertilizantes son considerados como componentes del manejo integrado de la nutrición vegetal y han sido definidos como sustancias que contienen microorganismos vivos que una vez son aplicados a semillas, plantas o suelo, colonizan la rizosfera o el interior de la planta y estimulan su desarrollo, lo cual incrementa la disponibilidad de nutrientes y la sanidad vegetal del cultivo (Marín et al., 2013b).

En el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) de Camagüey, Cuba, se obtuvo, a partir de una muestra de suelo rizosférico de plátano (*Musa* spp.), la bacteria *Tsukamurella paurometabola* cepa C-924 (actualmente denominada *Brevibacterium celere* C-924). Esta especie, que pertenece al orden de los *Actinomycetales*, agrupa bacilos irregulares, Gram positivos, no móviles, con metabolismo aerobio estricto. La cepa obtenida mostró ser un control eficaz de nematodos parásitos de plantas en diferentes sistemas agrícolas, y constituye el principio activo del producto HeberNem[®],

registrado como bionematicida y biofertilizante (Marín et al., 2013). En la actualidad el producto HeberNem se produce en la presentación sólida (HeberNem-S[®]) con excelentes propiedades bionematicidas.

HeberNem[®] es el primer producto biológico netamente cubano que cumple con todos los requerimientos de seguridad biológica establecidos por las autoridades regulatorias al haber pasado satisfactoriamente 20 pruebas toxicológicas y 9 ecotoxicológicas. Su efectividad se ha demostrado en varios ensayos de campo. Para lograr su extensión e iniciar su generalización en todo el país, también se ha estudiado su comportamiento dentro del ecosistema agrícola, se ha evaluado en el manejo integrado de plagas mediante ensayos que cubren comportamiento frente a hongos y bacterias biorreguladores y agentes causales de enfermedades, productos químicos de uso frecuente en sistemas de cultivos protegidos y micorrizas arbusculares.

La bacteria *B. celere* C-924 ha sido evaluada en varios estudios con respecto a su interacción con los hongos micorrízicos *Glomus fasciculatum* y *Glomus clarum* en la colonización micorrízica y el peso foliar en lechuga (*Lactuca sativa* L.) (Marín et al., 2010); su interacción con *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* CFH en el cultivo de frijol mediante análisis de los parámetros fenológicos de las plantas (Mena et al., 2003) y (Marín et al., 2013); sus potencialidades como agente de control biológico, mediante ensayos *in vitro* en dos medios de cultivo (Agar Triptona Soya y Agar Papa Dextrosa), de los siguientes hongos fitopatógenos: *Alternaria longipes* (Ellis y Everh.), *Bipolaris oryzae* (Breda de Haan), *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.), *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E.F. Sm.), *Sarocladium oryzae* (Sawada), *Pestalotia palmarum* (Cooke), *Pythium debaryanum* (R. Hesse), *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) y *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes), los cuales son especies fúngicas que son agentes causales de enfermedades en cultivos de interés económico (Marín et al., 2013); y la determinación de algunos de los caracteres promotores del crecimiento vegetal de *B. celere* C-924, evaluando el efecto de esta bacteria en el crecimiento de *Zea mays* L. en ausencia de nemátodos, concluyendo que *B. celere* C-924 es potencialmente aplicable en el campo no solo como agente nematicida, sino también como promotor del crecimiento vegetal (Marín, et al., 2013).

La papaya (*Carica papaya* L.) es un cultivo de amplio consumo en Cuba y el mundo, tanto de forma directa como en preparaciones elaboradas. Su fruto es muy apreciado por su valor nutricional, dado su elevado aporte de vitaminas y minerales, así como por sus propiedades digestivas, laxantes, antiparasitarias y cicatrizantes.

Cuba constituye uno de los países productores del cultivo en la región de Las Américas. Se siembran en el país fundamentalmente las variedades Maradol (Roja y Amarilla), INIVIT fb - 2000 Enana y INIVIT fb - 4. Generalmente las plantas productoras son sustituidas con una frecuencia bianual, ya que árboles superiores a esta

edad tienen una menor producción y alcanzan mayor porte, lo que encarece los costos de recolección del fruto. Esta frecuencia conlleva una alta demanda de posturas para realizar la siembra en campo.

El HeberNem-S® ha sido ampliamente empleado en cultivos protegidos y semiprotegidos del país, especialmente en hortalizas de ciclo corto tales como tomate, acelga, rábano, zanahoria, pepino, entre otras. En este sentido se reporta un trabajo donde se llevó a cabo un experimento para evaluar diferentes dosis del bionemática HeberNem-S® en el control del nemátodo *Meloidogyne incognita* Chitwood y su participación en el crecimiento y desarrollo del tomate (*Solanum lycopersicum*), obteniendo como uno de los resultados que, con las dosis de HeberNem de 8 L/ha, 12 L/ha y 16 L/ha, se lograron los mejores resultados en el control de este nemátodo (Díaz *et al.*, 2013). Sin embargo, para conocimiento de los autores la aplicación de HeberNem-S® en condiciones de campo u otros cultivos de ciclo largo no ha sido lo suficientemente estudiado, de ahí el interés que reviste la búsqueda de nuevos nichos y oportunidades de aplicación de este producto en el país. De acuerdo con estos antecedentes, en el presente trabajo se evaluó el efecto de la aplicación del producto en polvo HeberNem-S® sobre la germinación, desarrollo vegetativo y productividad agrícola en el cultivo de papaya en condiciones de cielo abierto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar del estudio

El ensayo se realizó de conjunto con el productor independiente Alfredo Alba López, en una parcela de uso particular ubicada en el reparto Puerto Príncipe de la ciudad de Camagüey. Se emplearon semillas de las variedades Maradol Roja e INIVIT fb-1 cultivar Gigante Matancera, sembradas de forma manual a razón de 2 a 3 semillas por bolsa. Se empleó sustrato proporcionado por la empresa de suministro GELMA, mientras que el productor recibió por parte de los especialistas del proyecto información relacionada con la aplicación del producto, sus propiedades y consideraciones de seguridad.

Protocolo de HeberNem-S® en posturas de papaya sin tratar la semilla

Se siguió un esquema de dos aplicaciones: haciendo coincidir la primera con la siembra de las semillas (día 0) y reaplicando el producto 21 días después. El producto se aplicó empleando la concentración propuesta: 25 g de HeberNem-S® por cada 100 kg de sustrato. Se estimó el peso promedio de las bolsas de sustrato en 400 g/bolsa luego de promediar los resultados obtenidos al pesar una muestra de 15 bolsas. El producto se aplicó sobre el sustrato previamente humedecido, empleando regaderas de 10 L.

Se realizó una medición parcial 15 días después de la siembra evaluando: altura (cm) desde la base del tallo hasta el meristemo apical y número de semillas germinadas/

bolsa. A los 21 días de la siembra se midió altura (cm) desde la base del tallo hasta el meristemo apical, número de hojas y la relación largo y ancho de la lámina foliar de la última hoja. Posteriormente, transcurridos 30 días después de la siembra, se evaluaron igualmente las variables: altura (cm) desde la base del tallo hasta el meristemo apical, número de hojas y relación largo*ancho de la lámina foliar de la última hoja y el diámetro del tallo de la planta. Se evaluó una muestra *n* equivalente a la raíz cuadrada del número de plantas por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente empleando el programa Statgraphics® Plus 19. Las medias estadísticas de las variables evaluadas fueron comparadas mediante prueba T de Student para muestras independientes, una vez confirmada la homogeneidad de varianza en cada tratamiento. Se consideró la existencia de diferencias estadísticas significativas para valores de $p \leq 0,05$.

Protocolo de HeberNem-S® en posturas de papaya tratando la semilla

Aplicación de HeberNem-S® en la semilla

Se partió semillas del cultivar Maradol Roja previamente hidratadas y luego de desechar las que flotaban en la superficie por considerarse no viables. Estas se incubaron durante 8 horas en una solución de HeberNem-S® a una concentración de 0,2 g/L. El volumen requerido debe ser aproximadamente 3 veces el de las semillas a tratar. En este caso, se prepararon 5 L de HeberNem-S® para una cantidad aproximada de 1 kg de semillas. Después de dejarse reposar en incubación desde la mañana durante 8 horas se decantó la misma y las semillas se dejaron escurrir sobre una superficie plana (saco) para posteriormente ponerlas a pre-germinar en condiciones de baja iluminación y manteniendo un riego moderado. Las semillas tuvieron una germinación del 100% entre los 7 y 10 días, momento en el cual se procedió a su siembra directa empleando una sola semilla por bolso, para un total aproximado de 10 000 bolsos. Las semillas del tratamiento control se pre-germinaron en condiciones similares y tuvieron una germinación del 100%, pero con una menor velocidad, germinando mayormente entre los 11 y 15 días.

Aplicación del HeberNem-S® en las posturas

Se siguió un esquema de una aplicación haciendo coincidir con la siembra de las semillas (día 0). El producto se aplicó empleando la concentración propuesta: 25 g de HeberNem-S por cada 100 kg de sustrato. Se estimó el peso promedio de las bolsas de sustrato en 400 g/bolsa luego de promediar los resultados obtenidos al pesar una muestra de 15 bolsas. El producto se aplicó sobre el sustrato previamente humedecido, empleando regaderas de 10 L y se aplica 1 bolsa de 250 g a 1 200 plantas.

A los 21 días de la siembra se midió altura (cm) desde la base del tallo hasta el meristemo apical, número de hojas y la relación largo y ancho de la lámina foliar de la última hoja. Posteriormente, transcurridos 27 días después

de la siembra, se evaluaron igualmente las variables: altura (cm) desde la base del tallo hasta el meristemo apical, número de hojas y relación largo*ancho de la lámina foliar de la última hoja y el diámetro del tallo de la planta. Se evaluó una muestra n equivalente a la raíz cuadrada del número de plantas por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente empleando el programa Statgraphics® Plus 19.

Aplicación del HeberNem-S® en el cultivo de la papaya a cielo abierto

El ensayo se realizó de conjunto con un productor independiente en áreas de la finca El Jibao, situada en el Camino a Maraguán, municipio Camagüey. El productor recibió por parte de los especialistas del proyecto formación relacionada con la aplicación del producto, sus propiedades y consideraciones de seguridad para su almacenamiento y manejo, así como asesoría y acompañamiento durante todo el desarrollo del cultivo.

Se sembraron plantas de la variedad Maradol Roja. Las posturas empleadas para el trasplante habían recibido previamente aplicaciones de HeberNem-S®: imbibición de la semilla previa a la siembra y aplicaciones el día de la siembra y 21 días después. El marco de siembra empleado fue de 3 metros entre surcos y 3 metros entre plantas. Se plantaron un total de 20 surcos de 40 plantas cada uno. De los 20 surcos sembrados, a 18 se le realizó la aplicación del HeberNem-S® y las plantas de los dos surcos finales se dejaron como control negativo, para un total de a 720 plantas tratadas con HeberNem-S y 40 plantas como control negativo.

Las posturas fueron trasplantadas ente el 17 y 23 de mayo. Las aplicaciones del HeberNem-S® se realizaron coincidiendo con el último día de trasplante, considerando esta como la primera aplicación. La segunda, tercera y cuarta aplicaciones se realizaron a los 40, 100 y 160 días después del trasplante respectivamente, coincidiendo con etapas críticas del desarrollo vegetativo y reproductivo en el ciclo fenológico del cultivo. Se continúa a partir de los 160 días con una aplicación cada 3 meses.

Las aplicaciones se realizaron con el suelo previamente humedecido. El resto del tiempo el cultivo se mantuvo

en condiciones de secano, sin la aplicación de otros productos químicos o biológicos. Se emplearon mochilas con aspersión de 16 L. En el volumen de cada mochila se resuspendieron 4 bolsas de 250 g de HeberNem-S®. Con cada mochila se aplicó el producto a 400 plantas, para un total de 8 bolsas de HeberNem-S® de 250 g para las 720 plantas del tratamiento.

En la [tabla 1](#) se muestran las evaluaciones realizadas al cultivo. Se evaluó una muestra n equivalente a la raíz cuadrada del número de plantas por tratamiento. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente empleando el programa Statgraphics® Plus 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la aplicación de HeberNem-S® en posturas de papaya sin tratar las semillas

Todas las variables evaluadas arrojaron diferencias estadísticas significativas en las plantas tratadas con HeberNem-S® con respecto a las del grupo Control.

El incremento en el número de hojas y la relación largo*ancho de la lámina foliar en las plantas tratadas con HeberNem-S® pueden ser interpretadas como importantes variables para monitorear y predecir el crecimiento vegetal. El área foliar es una variable importante en la mayoría de los estudios agrícolas y fisiológicos relacionados con el crecimiento vegetal, captación de luz, eficiencia fotosintética, respiración, transpiración y respuesta al riego y a la fertilización. La optimización de estos procesos fisiológicos en las plantas tratadas permite su mayor crecimiento, vigor y desarrollo con respecto a las del tratamiento testigo.

En el día 30 las plantas tratadas con HeberNem-S® son 1,84 veces más altas que las plantas no tratadas, como se puede observar en la [Tabla 2](#). Estos resultados coinciden con los reportados por [Gómez \(2019\)](#), donde se evaluó la aplicación de un biofertilizante cubano basado en hongos micorrizógenos del género *Glomus*, de nombre comercial EcoMic® sobre la altura de cultivos de papaya (*Carica papaya* L.), encontrándose que la aplicación de este biofertilizante incrementó la altura de la planta a los 90, 140 y 190 días después del

Tabla 1. Días del muestreo y variables a medir

Muestreo en días después del trasplante (DDT)	Variables a evaluar
0	Se toman los datos de las posturas.
22	Altura de la planta (desde la base del tallo hasta el meristemo apical) y diámetro del tallo.
38	Altura de la planta (desde la base del tallo hasta el meristemo apical) y diámetro del tallo.
78	Altura de la planta (desde la base del tallo hasta el meristemo apical) y diámetro del tallo.
150	Diámetro del tallo, número de flores, número de frutos y en el caso de las plantas tratadas el peso del primer fruto.
210	Número de frutos, longitud y diámetro de frutos, peso de frutos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Valores numéricos de las variables de estudio evaluadas

Día de sembradas	Altura (cm)	Largo*Ancho (cm)	Numero de Hojas	Diámetro del tallo (cm)	Semillas germinadas
Tratamiento con HeberNem-S®					
15	2,54 ± 0,49				2,33 ± 0,55
21	3,73 ± 0,87	5,74 ± 4,65	6,00 ± 1,95		
30	8,27 ± 0,90	24,87 ± 5,80	8,27 ± 0,69	3,76 ± 0,37	
Tratamiento sin HeberNem-S®					
15	1,83 ± 0,35				1,47 ± 0,52
21	2,25 ± 0,47	1,95 ± 0,68	4,20 ± 0,56		
30	4,48 ± 1,09	7,23 ± 5,25	6,07 ± 0,96	2,92 ± 1,07	

Fuente: Elaboración propia.

trasplante, para ambos tratamientos, esto es, aplicando tanto EcoMic® solo como EcoMic® mezclado con estiércol vacuno, en comparación con el control sin la aplicación del biofertilizante. Específicamente, a los 90 días la altura de las plantas de papaya tuvo un valor 1,18 veces y 1,14 veces mayor cuando se trataron con EcoMic® y estiércol vacuno y EcoMic® solo, respectivamente, comparadas con las plantas sin tratar (control). Por su parte, a los 190 días las plantas de papaya fueron 1,09 veces y 1,07 veces más altas cuando se trataron con EcoMic® mas estiércol vacuno y EcoMic® solo respectivamente, en comparación con el control.

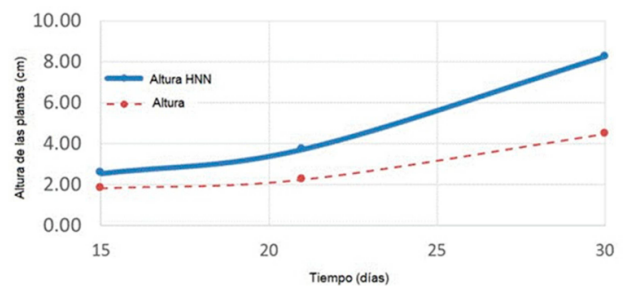
Los resultados de la altura de la planta de nuestro estudio a los 30 días de haber aplicado HeberNem-S® son inferiores a los reportados en Cueto & Mesa (2018), donde la altura de la planta de papaya (variedad Maradol Roja) a los 28 días fue de 12,33 cm y 10,44 cm para los tratamientos 2 y 3, respectivamente. En este caso, el tratamiento 2 consistió en la aplicación de un biopreparado de microorganismos eficientes (ME) bajo una aplicación semanal de 20 mL de una dilución de ME al 20% (200 mL/L), mientras que el tratamiento 3 radicó en una aplicación semanal de 20 mL de una dilución de ME al 24% (240 mL/L).

Las relaciones largas por ancho de las plantas tratadas tienen diferencias estadísticamente significativas respecto a las no tratadas. En las plantas tratadas a los 21 días la relación largo*ancho era 2,94 veces mayor y a los 30 días era 3,43 veces mayor, lo que significa que el área foliar de las plantas tratadas se incrementa con respecto a las del tratamiento testigo.

El número de hojas de las plantas tratadas es mayor a los 21 y 30 días. A los 21 días las plantas tratadas tienen 1,42 hojas más que las no tratadas y a los 30 días tienen 1,36 hojas más que las no tratadas. Estos resultados coinciden con los reportados por (Mesa *et al.*, 2015), donde el número de hojas de la planta de papaya (Maradol Roja) al momento del trasplante para los tratamientos 2, 3 y 4 con ME-50 fue superior al testigo de forma significativa, aunque no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Es de destacar que en este estudio el tratamiento 2 consistió en la adición de 1,5 L de un biopreparado de ME (llamado ME-50) por 18 L

de agua, mientras que en los tratamientos 3 y 4 se agregaron 2,0 L y 2,5 L de ME-50 por 18 L de agua, respectivamente.

El diámetro del tallo medido a los 30 días es 1,28 veces más grueso que el diámetro de las no tratadas. Estos resultados coinciden con los reportados por Gómez (2019), donde se evaluó la aplicación del biofertilizante EcoMic® solo y combinado con estiércol vacuno sobre el diámetro del tallo de plantas de papaya a los 90, 140 y 190 días de tratamiento. En este caso, a los 90 días de tratamiento el diámetro del tallo registrado durante la aplicación del EcoMic® solo y mezclado con estiércol vacuno fue 1,23 veces superior y 1,31 veces superior respectivamente, en comparación con el diámetro de las plantas sin tratar con este biofertilizante (control), mientras que a los 190 días, el diámetro de las plantas de papaya fue 1,33 veces superior y 1,39 veces superior con respecto a la aplicación de EcoMic® solo y mezclado con estiércol vacuno, respectivamente, en comparación con el control. Asimismo, estos resultados concuerdan con los reportados por Mesa *et al.* (2015), donde el diámetro de las plantas a los 35 días de emergidas la postura fue 1,29, 1,40 y 1,27 veces superior para los tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente, en comparación con la muestra testigo. Además, el número de semillas germinadas es 1,58 veces mayor en las plantas tratadas. De forma cuantitativa se puede concluir que en los parámetros evaluados [altura de la planta (Figura 1), relación largo-ancho de la última hoja, número de hojas, diámetro del tallo y semillas germinadas] son mayores en las plantas que recibieron el tratamiento con HeberNem-S® que en las que no lo recibieron.

**Figura 1.** Representación gráfica de la altura de las plantas con y sin la aplicación de HeberNem-S®

Los resultados de altura de la planta obtenidos en nuestro estudio al cabo de los 30 días son inferiores a los reportados por Mesa *et al.* (2015), donde a los 28 días las alturas de la planta de papaya fueron de 9,24 cm, 9,38 cm y 9,44 cm para los tratamientos 2 (1,5 L de ME-50 por 18 L de agua), 3 (2,0 L de ME-50 por 18 L de agua) y 4 (2,5 L de ME-50 por 18 L de agua), respectivamente.

De forma cualitativa, se aprecia una mayor uniformidad entre las plantas que recibieron HeberNem-S® con respecto a las del tratamiento testigo, como se muestra a continuación en la figura 2. El productor refiere de forma cualitativa, empleando el método de observación, que las plantas tratadas, por su tamaño y robustez, se encontraban listas para su venta al momento de esta evaluación 30 días después de la siembra. El tiempo estándar para el desarrollo de las posturas es de 45 días, por lo que con la aplicación de HeberNem-S® se acorta en 15 días este ciclo, permitiendo la obtención de una mayor capacidad productiva con un consecuente beneficio económico para el productor.



Figura 2. Comparación de las plantas con tratamiento y sin tratamiento con HeberNem-S®. Izquierda: Plantas tratadas con HeberNem-S®. Derecha: Plantas sin tratamiento a los 30 días después de la siembra

Además, puede observarse en las plantas tratadas una mayor diferenciación foliar que en las del tratamiento testigo, iniciando en menor tiempo la modificación de las hojas basales (Figuras 3 y 4). Es probable que las plantas tratadas con HeberNem-S® incrementen su crecimiento y aceleren su etapa de desarrollo vegetativo, siendo un resultado esperable que se acorten y estimulen las etapas de floración y fructificación en condiciones de campo.

Evaluación de la aplicación de HeberNem-S® en posturas de papaya tratando las semillas

Las semillas tuvieron una germinación del 100 %, variando la velocidad de germinación: entre los 7 y 10 días para las semillas tratadas con HeberNem-S® y entre los 11 y 15 días para las no tratadas. En el caso altura de las plantas, medida el día 7, 21 y 27 después de la siembra (DDS), se puede observar que en el caso de las plantas



Figura 3. Comparación de las plantas con tratamiento y sin tratamiento con HeberNem-S®. Izquierda: Planta tratada con HeberNem-S®. Derecha: Planta sin tratamiento a los 30 días después de la siembra



Figura 4. Plantas con tratamiento de HeberNem-S® a los 40 días después de la siembra

que fueron tratadas con HeberNem-S® crecen a una mayor velocidad que las no tratadas con HeberNem-S® e incluso el crecimiento es con mayor velocidad que las plantas tratadas con HeberNem-S® pero sin tratar las semillas, según se puede observar en la figura 5.

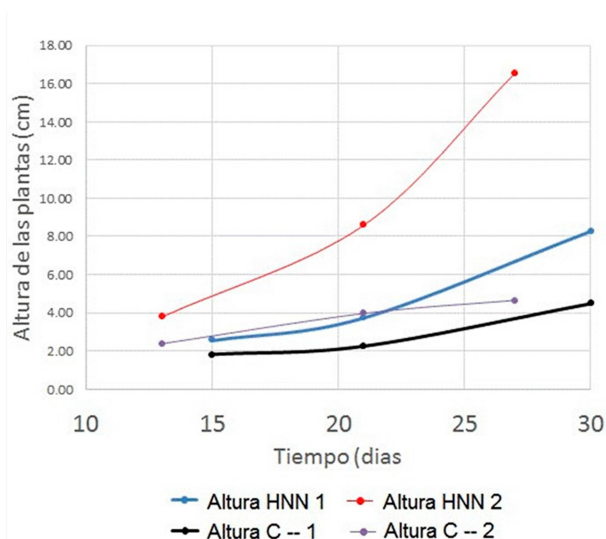


Figura 5. Cinética de crecimiento de las posturas de papaya

La altura de las plantas tratadas a los 27 días es 3,55 veces mayor que la de las plantas que recibieron el tratamiento control de la semilla y 2 veces mayor que las plantas que no recibieron tratamiento en las semillas y se le aplicó en dos momentos el HeberNem-S® y 3,69 veces mayor que las plantas que no recibieron HeberNem-S® ni tratamiento en la semilla. El mejor tratamiento en cuanto a aumento de la velocidad de crecimiento de la planta fue el que incluyó el tratamiento de la semilla con HeberNem-S® y recibieron una aplicación de HeberNem-S® en el día de la siembra.

En cuanto a los demás parámetros evaluados, el número de hojas es 2,09 veces más en las plantas tratadas. La relación largo-ancho de la última hoja verdadera es 10,9 veces mayor en el grupo tratado y el diámetro del tallo es 2,58 veces mayor en las plantas a las que se le aplicó HeberNem-S®. Estos parámetros son muy favorables en el desarrollo, fortaleza y vitalidad de la planta porque se traduce en un aumento de la superficie de la planta y en una mayor área para la realización de la fotosíntesis, mientras que el incremento del diámetro del tallo permite un mayor transporte de sustancias desde las raíces. Se demuestra con estas variables que el HeberNem-S® es un estimulador del crecimiento y el desarrollo foliar en posturas de papaya (Tabla 3 resumen de los parámetros evaluados).

Al día 27 se tomaron 10 plantas de cada tratamiento y se les determinó longitud de la raíz, peso fresco de la planta y peso seco de la raíz, mostrándose los resultados en la

tabla 4 y la figura 6. En el caso de la longitud de la raíz, ésta es 4,41 veces mayor, el peso fresco de la planta es 9,89 veces mayor y el peso fresco de la raíz es 14,89 veces mayor, demostrándose que el HeberNem-S® incrementó el enraizamiento de las posturas de papaya.



Figura 6. Comparación de las raíces de las posturas de papaya. Arriba: plantas tratadas. Debajo: plantas no tratadas

Evaluación de la aplicación de HeberNem-S® en papaya en condiciones de campo

Una semana después de realizado el trasplante de la papaya se incrementó la lluvia durante dos semanas y del control negativo (sin HeberNem-S®) se perdieron 17 plantas, quedando solamente como control 23 plantas, para una supervivencia al trasplante de 57,5 %.

En la medición realizada a los 80 días después del trasplante se observa que en las plantas tratadas con HeberNem-S® la altura y el diámetro del tallo de las plantas fueron 1,39 y 1,53 veces mayores, respectivamente, asociándose estos valores con una mayor robustez y resistencia al trasplante (Figura 7).

Estos resultados de altura son inferiores a los reportados por Cueto & Mesa (2018), donde la altura de las plantas a los 27 días de trasplantadas las posturas de papaya fue superior 1,66 veces y 1,42 veces para los tratamientos 2 y 3 respectivamente, con relación al testigo. Vale destacar que el tratamiento 2 consistió en una aplicación semanal de 60 mL de una dilución de ME al 40% (400 mL/L), mientras que el tratamiento 3 residió en la aplicación semanal de 60 mL de una dilución de ME al 48% (480 mL/L).

Además, los resultados de diámetro de nuestro estudio son inferiores a los reportados por (Cueto y Mesa, 2018), donde el diámetro de las plantas a los 27 días de trasplantadas las posturas fueron 1,95 veces y 1,71 veces superiores para los tratamientos 2 (400 mL/L de ME) y 3 (480 mL/L de ME), respectivamente, en comparación con las muestras testigo.

Tabla 3. Resumen de las variables del estudio evaluadas

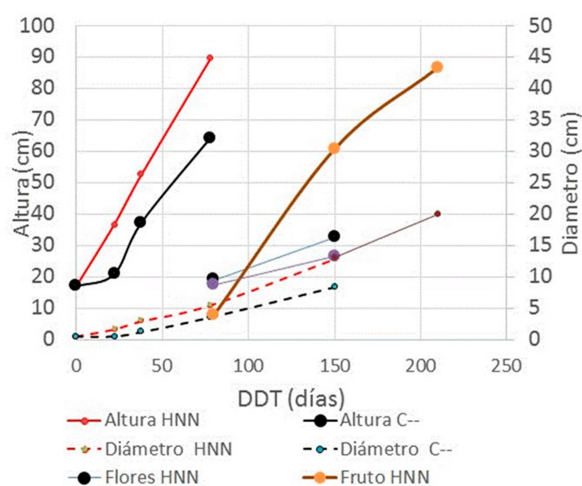
DDS	Con HeberNem-S®				Control negativo			
	Altura	Hojas	L*A	Diámetro	Altura	Hojas	L*A	Diámetro
13	3,78	4,83			2,38	3,20		
21	8,58	9,12	25,73		3,968	4,52	2,68	
27	16,55	12,04	50,89	4,42	4,66	5,76	4,67	1,72

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Datos del estudio realizado a las raíces

Planta	Con HeberNem-S®			Sin tratamiento		
	Longitud de la Raíz (cm)	Peso fresco planta (g)	Peso fresco raíz (g)	Longitud de la Raíz (cm)	Peso fresco planta (g)	Peso fresco raíz (g)
1	33,4	6,943	1,502	2,3	0,955	0,115
2	17,2	6,481	1,414	2,8	0,389	0,11
3	10,9	8,661	1,787	3,1	1,289	0,185
4	97,3	7,881	3,466	19,1	0,284	0,063
5	20,7	5,886	0,72	9,7	1,609	0,212
6	29,8	13,061	2,666	3,0	1,263	0,083
7	21,0	11,188	2,761	14,1	1,399	0,188
8	26,3	6,086	0,867	3,4	0,286	0,114
9	9,5	4,303	0,676	2,5	0,365	0,123
10	30,0	9,768	4,685	7,1	0,28	0,187
Media	29,61	8,03	2,05	6,71	0,81	0,14

Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Variables agronómicas evaluadas al cultivo de papaya en condiciones de campo

Según Peña *et al.* (2006), el diámetro de la planta de papaya es el responsable del 80% de la floración y del 50% del fructificación. De esta manera, deben considerarse los resultados de nuestra investigación tomando en cuenta la influencia de esta variable en el incremento de los rendimientos agrícolas del cultivo de papaya en plantación, a través de la obtención de posturas robustas y de mayor calidad.

Por otro lado, también ocurrió un adelanto de la floración, apreciándose las primeras flores antes de los 80 días en plantas que recibieron HeberNem-S® y luego de los 120 días en el grupo testigo, el número de flores era 1,32 veces superior en las plantas tratadas a los 150 días. En el caso de la aparición de los primeros frutos, igualmente se apreció un adelanto en las plantas que recibieron HeberNem-S®.

A los 80 días las plantas a las que se aplicó HeberNem-S® tenían un promedio de 3,93 frutos por planta, mientras que el inicio de la fructificación en el grupo control fue alrededor del día 150, en este momento se tenían como

promedio 2,31 veces más frutos en las plantas a las que se le había aplicado HeberNem-S® que en las del grupo control. Estos valores del indicador frutos por planta están por debajo de los frutos por planta reportados por Gómez (2019), los cuales fueron de 20,2 y 21,4 frutos por planta durante la aplicación del biofertilizante EcoMic® solo y EcoMic® mezclado con estiércol vacuno, respectivamente, a los 240 días después del tratamiento, en comparación con los 10,2 frutos por planta obtenidos para el tratamiento sin el biofertilizante EcoMic®.

En Carpio *et al.* (2019) los frutos por planta fueron de 14, 22 y 38 para los fertilizantes biológico, orgánico y químico respectivamente, considerando el genotipo de papaya Maradol, mientras que para el genotipo Mulata los frutos por planta fueron de 18, 31 y 30 para los fertilizantes biológico, orgánico y químico respectivamente. En este estudio, los tratamientos aplicados a los dos genotipos de papaya fueron los siguientes:

- Químico: Urea (46%N) + 18-46-00 + KCl (66%K) con una dosis de 60 + 230 + 100 g por planta.
- Orgánico: Natur-abono® (fertilizante orgánico), con una dosis de 1,5 kg/planta.
- Biológico: Bio Bravo® (*Glomus intraradises* + *Glomus fasciculatum* + *Trichoderma* spp. + *Azospirillum brasilense*), con una dosis de 250 + 250 mL/ha (40 000 esporas) + 250 mL/ha (1x10¹¹ esporas) + 250 mL/ha (5x10¹¹ esporas).

En Quiñones-Aguilar *et al.* (2014) se evaluaron la aplicación de diferentes sustratos orgánicos y hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) sobre el crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) tipo Cera. Los tres sustratos orgánicos evaluados fueron: 1) suelo (suelo y arena, en proporción 2:1 v/v); 2) cachaza (suelo, composta de cachaza de caña de azúcar y arena, 2:2:1 v/v/v); y 3) pulpa (suelo, composta de pulpa de café y arena, 2:2:1 v/v/v), mientras que los HMA evaluados

fueron: 1) *Glomus* sp. Zac-2; 2) *G. aggregatum* FS-39 y 3) sin inocular (SI). Se obtuvo como resultado que la altura de la planta de papaya a los 105 días después del trasplante fue de 53,80 cm utilizando cachaza, 34,95 cm empleando pulpa y 31,62 cm aplicando suelo. Por su parte, el diámetro del tallo presentó valores de 17,23 cm utilizando cachaza, 10,63 cm empleando pulpa, y 9,60 cm aplicando suelo a los 105 días después del trasplante. Asimismo, la altura de la planta fue de 50,53 cm aplicando HMA Zac-2; 45,38 cm empleando HMA FS-39 y 24,45 cm sin inocular, mientras que el diámetro de la planta tuvo valores de 15,72 cm empleando HMA Zac-2; 13,83 cm aplicando HMA FS-39 y 7,92 cm sin inocular, todos ellos a los 105 días después del trasplante. Por último, se analizó también la dinámica de la altura de la planta y diámetro del tallo por efecto de la interacción entre la fuente de materia orgánica-cepa de HMA a los 105 días después del trasplante, encontrándose que el mayor valor de altura de la planta fue de 54,90 cm para la combinación cachaza-HMA Zac-2, mientras que el menor valor de altura de la planta fue para la combinación suelo-sin inocular, con 8,60 cm. También se obtuvo como resultado que el mayor valor del diámetro del tallo fue para la combinación cachaza-HMA Zac-2 y cachaza-sin inocular, con 17,70 cm, mientras que el menor valor del diámetro del tallo fue para la combinación suelo-sin inocular, con 2,31 cm. Vale destacar que los experimentos realizados por estos autores se llevaron a cabo en un invernadero tipo túnel.

En nuestro estudio no se pesaron los frutos del grupo no tratado porque al momento de la evaluación se encontraban aún muy pequeños para su recolección. Este comportamiento se mantuvo durante todo el cultivo, teniendo siete meses después del trasplante 49,4 frutos promedio el tratamiento con HeberNem-S® y solo 20 frutos promedio (2,47 veces menor) el tratamiento testigo.

El largo y diámetro promedio de los frutos siete meses después del trasplante fueron 1,37 y 1,28 veces mayores en el grupo tratado con HeberNem-S®. En [Carpio et al. \(2019\)](#) el largo del fruto para el genotipo Maradol fue de 13,71 cm.

En [Carpio et al. \(2019\)](#) el diámetro del fruto para el genotipo Maradol fue de 13,71 cm, 12,4 cm y 12,58 cm para la aplicación de los fertilizantes biológico, orgánico y químico, respectivamente. Por su parte, el diámetro del fruto para el genotipo Mulata fue de 15,14 cm, 12,52 cm y 14,46 cm, para la aplicación de los fertilizantes biológico, orgánico y químico, respectivamente.

Con respecto al largo del fruto obtenido en [Carpio et al. \(2019\)](#), este fue de 21,37 cm, 20,03 cm y 18,49 cm para la aplicación de los fertilizantes biológico, orgánico y químico, respectivamente considerando el genotipo Maradol, mientras que para el genotipo Mulata, el largo del fruto fue de 24,54 cm, 22,31 cm y 23,31 cm para la aplicación de los fertilizantes biológico, orgánico y químico, respectivamente.

El peso promedio de los frutos se comportó de igual manera, siendo de 2,4 kg en las plantas tratadas y 1,62 kg (1,48 veces menor) en el control.

Estos resultados de peso promedio del fruto se asemejan a los reportados por ([Gómez, 2019](#)), donde se obtuvo un peso promedio de 2,41 kg y 2,33 kg para los frutos de la planta de papaya tratadas con EcoMic® solo y EcoMic® mezclado con estiércol vacuno, respectivamente, a los 240 días después del tratamiento. Vale destacar que, en este estudio, el peso promedio de los frutos para las plantas de papaya sin tratamiento con EcoMic® (control) fue de 1,64 kg.

Los resultados anteriores permiten estimar un rendimiento agrícola en las plantas tratadas superior a 27 t ha⁻¹ hasta los primeros 12 meses del cultivo. Considerando la estabilidad y uniformidad mostrada por el cultivo, puede estimarse una producción anual de 21,87 t ha⁻¹ para el grupo control y 49,40 t ha⁻¹ para el grupo tratado, de mantenerse la estabilidad climática y el estado fitosanitario óptimo del cultivo. Este rendimiento es sustancialmente superior a la media nacional de producción anual en Cuba de 17,14 t ha⁻¹ reportada por la ONEI en 2023.

En [Carpio et al. 2019](#)) el peso del fruto para el genotipo Maradol fue de 1,510 kg, 1,683 kg y 1,706 kg para los tratamientos con fertilizantes biológicos, orgánicos y químicos, respectivamente, mientras que para el genotipo Mulata, el peso de los frutos fue de 1,773 kg, 1,806 kg y 1,906 kg para los tratamientos con fertilizantes biológicos, orgánicos y químicos, respectivamente.

A continuación, se exponen los resultados promedios obtenidos en cuanto a largo, diámetro y peso ([Figura 8](#)) y tamaño ([Figura 9](#)) de los frutos de papaya a los 210 días después del trasplante.

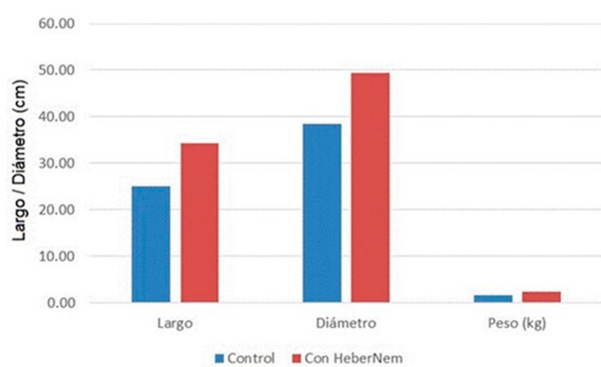


Figura 8. Evaluación de frutos de papaya 210 días después del trasplante

En [Carpio et al. \(2019\)](#) se evaluó el efecto de aplicar tres tipos de fertilización (química, orgánica y biológica) sobre el crecimiento, y las características físicas y químicas de dos genotipos de papaya (Maradol y Mulata). Se obtuvieron como resultados que los genotipos Maradol y Mulata presentaron una mejor respuesta en su crecimiento con la aplicación del fertilizante químico, por presentar menores días a la cosecha, así como también un mayor diámetro de tallo en comparación a la fertilización biológica y orgánica. Además, la fertilización química en las plantas de Maradol generó el mayor número de frutos (38) y contenido de sólidos solubles (11,49 °Brix) mientras que en el genotipo

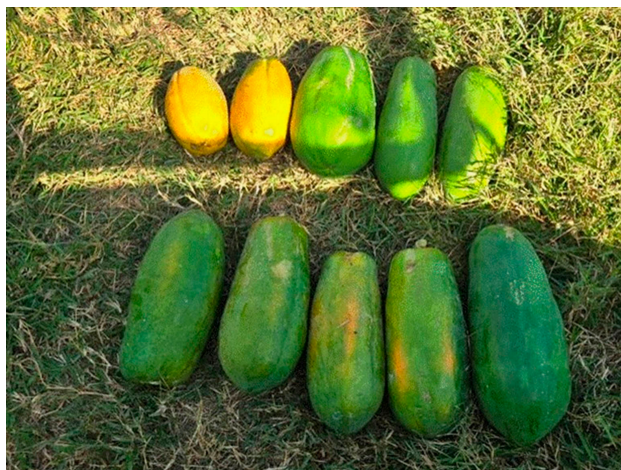


Figura 9. Evaluación de los frutos de papaya 210 días después del trasplante. Arriba: sin aplicar HeberNem-S®. Debajo: aplicando HeberNem-S®

Mulata promovió un mejor peso de fruto (1 906 g) y rendimiento (99,19 t/ha). Se concluyó que los inoculantes biológicos favorecen el incremento en el tamaño del fruto.

Igualmente, en Vera et al. (2021) se comparó el efecto del uso de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (*Carica papaya* Lim, Maradol Roja) en condiciones de vivero. En este estudio, el mayor porcentaje de germinación correspondió a Tratamiento 3 (50% tierra negra, 25% arena y 25% compost) con un promedio de 94%, mientras que el tratamiento que mayor altura de la planta tuvo fue el 5 (50% tierra negra, 20% arena y 30% compost) con un promedio de 11,41 cm. Por su parte, el Tratamiento 4 (50% tierra negra, 20% arena y 30% humus) fue el de mayor diámetro del tallo con un promedio de 2,89 cm. Finalmente, el Tratamiento 5 fue el que mayor valor presentó con respecto al número total promedio de hojas con 8,03.

Asimismo, en Escamilla, et al. (2003) se evaluó el efecto de la fertilización orgánica, inorgánica al suelo (mineral) y foliar, sobre varias variables fisiológicas de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) cv. Maradol, tales como concentración nutrimental en hojas, rendimiento y características de los frutos producidos. En este estudio, la fertilización orgánica consistió en la aplicación de 4 kg de gallinaza por planta (6.4 t ha⁻¹) en el fondo de la cepa cuyas dimensiones fueron 30x30x30 cm, previo a la plantación, mientras que la fertilización mineral consistió en la aplicación al suelo de la fórmula 258-200-280, de N, P₂O₅ y K₂O. Por su parte, la fertilización foliar radicó en la aspersión del fertilizante foliar Fertiquel Combi®, en dosis de 3 g L⁻¹ de agua más nitrato de calcio (3 g L⁻¹), a intervalos de 15 días a partir del tercer mes de establecida la plantación y hasta inicio de la cosecha. Se obtuvo como resultado que la fertilización mineral en plantas de papaya ‘Maradol’ aumentó la altura de éstas, el diámetro del tallo, el número de frutos (total y de los localizados en las secciones inferior y medio de la planta) y el rendimiento, no así la fertilización orgánica y foliar. Por su parte, la fertilización foliar incrementó el contenido de Mg en

las hojas del cultivar de papaya Maradol, asimismo la fertilización orgánica con base en gallinaza incrementó la concentración de Ca y B. La aplicación de fertilización mineral también incrementó la concentración de B.

Otros autores Fundora-Sánchez et al. (2021) estudiaron dos formas de aplicación del bioproducto QuitoMax® en el crecimiento y desarrollo de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) var. Maradol en condiciones de vivero. Las plantas crecieron en un sustrato compuesto por suelo y estiércol vacuno en la proporción 1:1 (v:v). El vivero se condujo durante 60 días, con riego manual tres veces por semana. Cada 10 días se evaluó la altura y el número de hojas emitidas y a los 60 días se cuantificó la masa seca aérea y de las raíces. El efecto del producto se observó a partir de los 30 días después de germinación (DDG), con una estimulación de la altura y el número de hojas, con independencia de la dosis o momento de aplicación. Las plantas alcanzaron una altura máxima entre 7,70 y 7,90 cm, 10 hojas y 6,67 g de masa seca de la parte aérea y 8,3 g de raíces. Se recomendó la aplicación de 0,1 g L⁻¹ de QuitoMax® por imbibición de la semilla y aspersión foliar a los 20 DDG.

En Crespo de Armas (2024) se evaluó el efecto de la aplicación de EcoMic® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la selección de papaya (*Carica papaya* L.) cv. ‘Gigante Matancera’. En este estudio se evaluaron las siguientes variables de crecimiento: altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, flores y frutos, así como las variables de calidad de los frutos: peso, longitud y diámetro del fruto, grados Brix, producción (kg/planta) y rendimiento (t ha⁻¹). La primera evaluación se efectuó a los ocho días de plantados, posteriormente se realizaron cada 14 días. Se obtuvo como resultado que el tratamiento con EcoMic® mostró los mejores resultados en cada una de las variables de crecimiento evaluadas. Las variables de calidad de los frutos (peso, largo y diámetro) así como la producción (kg/planta) y el rendimiento (t ha⁻¹) fueron superiores con la aplicación de EcoMic® mostrando diferencias significativas en relación al testigo, demostrando que la aplicación de este biofertilizante ocasiona un efecto positivo en indicadores de crecimiento y desarrollo de las plantas de papaya, demostrando que su aplicación constituye una opción viable en las condiciones actuales de Cuba.

De esta manera, en (Cueto & Mesa, 2018) se indica que la aplicación de biofertilizantes en cultivos de papaya facilita que las plantas incrementen su capacidad para absorber agua y nutrientes del suelo, aumentando el crecimiento, desarrollo en altura y emisión foliar de las mismas.

Por otro lado, Lozano & Santamaría (2013) estudiaron la aplicación de biofertilizantes en la producción de plantas de papaya variedad Maradol, obteniendo como resultado que cuando las plantas se establecen en el suelo, aumenta el desarrollo de raíces y la colonización de los microorganismos, consiguiendo que las plantas logren un mejor desarrollo en altura y emisión foliar, concluyendo que el beneficio de la inoculación con microorganismos benéficos se traduce en un mejor desarrollo y producción de frutos en esta planta.

Por último, Alcántara *et al.* (2015) evaluaron la influencia de la fertilización orgánica, biológica y química sobre el rendimiento de dos genotipos de papaya (Maradol y Mulata), indicando que los microorganismos como las micorrizas ponen a disposición de estas plantas nutrientes y agua con el objetivo de que puedan ser aprovechadas con mayor facilidad y de forma natural, así como también mejorar el desarrollo vigoroso de la planta, incrementando de esta forma la supervivencia de la misma.

CONCLUSIONES

El producto HeberNem-S® posee un efecto estimulador sobre la germinación y desarrollo vegetativo en posturas de papaya en condiciones de cielo abierto, así como también un efecto estimulador sobre el desarrollo vegetativo y productividad agrícola en el cultivo de papaya bajo estas condiciones. Se recomienda extender la aplicación del HeberNem-S® a otras áreas de cultivo de la papaya y evaluar los rendimientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÁNTARA, J.A.; A O; MICHEL, A.C.; SOLÍS, M.: “Respuesta de la fertilización orgánica, biológica y química en el rendimiento de dos genotipos de papayo”, *Revista de Simulación y Laboratorio*, 2(2): 51-54, 2015.
- CAMPOS, J.M.; VÁZQUEZ, E.P.; GONZÁLEZ, L.V.; HERNÁNDEZ, A.T.; LEÓN, L.; RAMÍREZ, Y.; RAÍCES, M.: “Aislamiento y determinación de cepas bacterianas con actividad nematocida. Mecanismo de acción de *C. paurometabolum* C-924 sobre nemátodo”, *Bioteología Aplicada*, 20(4): 248-252, 2003.
- CARPIO, C.A.; JIMÉNEZ, J.A.A.; BAUTISTA, S.L.; SERNA, S.A.; VILLANUEVA, G.E.D.: “Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3): 575-558, 2019.
- CRESPO DE ARMAS, R.: “Evaluación del efecto del ecomic® en el crecimiento y rendimiento del cultivo del papayo (carica papaya L.) cv. gigante matancera.”, 2024.
- CUETO, L.M.; MESA, J.R.: “Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes en vivero y trasplante de fruta bomba (Carica papaya, L.) en la Cooperativa de Crédito y Servicios Manuel Asunce, Cienfuegos”, *Revista científica Agroecosistemas*, 6(3): 103-111, 2018, ISSN: 2415-2862.
- DÍAZ, M.F.; REYES, O.R.; PARDILLO, T.B.; CAMPOS, J.M.; MESA, L.: “Evaluación de dosis de HeberNem para el control de *Meloidogyne incognita* Chitwood en condiciones de cultivos protegidos”, *Centro Agrícola*, 40(1): 57-62, 2013.
- ESCAMILLA, J.L.; SAUCEDO, C.; MARTÍNEZ, M.T.; MARTÍNEZ, A.; SÁNCHEZ, P.; SOTO, R.M.: “Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol”, *Terra latinoamericana*, 21(2): 157-166, 2003.
- FUNDORA-SÁNCHEZ, L.R.; DELGADO-ÁLVAREZ, A.; CABRERA-RODRÍGUEZ, J.A.; MARTÍN-ALONSO, G.M.: “Efecto del bioproducto QuitoMax® en el cultivo del papayo (Carica papaya L.) en fase de vivero”, *Cultivos Tropicales*, 42(3), 2021, ISSN: 0258-5936.
- GÓMEZ, L.D.T.: *Efecto de la biofertilización con EcoMic® en el cultivo de la papaya (Carica papaya L.) en condiciones de producción, [en línea],*],. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas, Cuba, Tesis de Diploma, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, 68 p., 2019, Disponible en: <https://dspace.uclv.edu.cu/items/1a90cabc-ae3d-4ee0-9b36-aea23355d1e5>.
- LOZANO, C.M.G.; SANTAMARÍA, B.F.: “Uso de biofertilizantes en la producción de planta de papaya maradol”, *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Campo Experimental Mochá, Mérida, Yucatán. Folleto para productores*, (2), 2013.
- MARIN, M.; MENA, J.; FRANCO, R.; PIMENTEL, E.; SÁNCHEZ, I.: “Effects of the bacterial-fungal interaction between *Tsukamurella paurometabola* C 924 and *Glomus fasciculatum* and *Glomus clarum* fungi on lettuce microrrhizal colonization and foliar weight”, *Bioteología Aplicada*, 27: 48-51, 2010, ISSN: 1027-2852.
- MARÍN, M.; WONG, I.; GARCÍA, G.; MORÁN, R.; BASULTO, R.; PIMENTEL, E.; MENA, J.: “Actividad antagónica in vitro de *Tsukamurella paurometabola* C-924 frente a fitopatógenos”, *Revista de Protección Vegetal*, 28(2): 132-137, 2013, ISSN: 1010-2752.
- MARÍN, M.; WONG, I.; MENA, J.; MORÁN, R.; PIMENTEL, E.; SÁNCHEZ, I.; BASULTO, R.; MOREIRA, A.: “Zea mays L. plant growth promotion by *Tsukamurella paurometabola* strain C-924”, *Biotechnol Apl*, 30(2): 105-10, 2013b.
- MENA, J.; PIMENTEL, E.; VELOZ, L.; HERNÁNDEZ, A.; LEÓN, L.; RAMÍREZ, Y.; SÁNCHEZ, I.; MENCHO, J.; LÓPEZ, A.; PUJOL, M.: “Aislamiento y determinación de cepas bacterianas con actividad nematocida. Mecanismo de acción de *C. paurometabolum* C-924 sobre nematodos”, *Bioteología Aplicada*, 20(4): 248-252, 2003.
- MESA, J.R.; CARVAJAL, R.; ALMOGUEA, M.: “Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en la producción de posturas de fruta bomba (Carica papaya L.) en la Empresa Agropecuaria Horquita”, *Revista Agroecosistemas*, 3(1): 372-378, 2015.
- PEÑA, H.; DÍAZ, J.; MARTÍNEZ, T.: *Fruticultura Tropical*, Ed. Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2006.
- QUINONES-AGUILAR, E.E.; LÓPEZ-PÉREZ, L.; HERNÁNDEZ-ACOSTA, E.; FERRERA-CERRATO, R.; RINCÓN-ENRÍQUEZ, G.: “Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de Carica papaya L.”, *Interciencia*, 39(3): 198-204, 2014, ISSN: 0378-1844.
- VERA, R.; CASTRO, A.L.; VALVERDE, Y.A.; CHOEZ, J.E.: “Efecto del uso de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (Carica papaya L.) en condiciones de vivero”, *Roca*, 17(4): 388-407, 2021, ISSN: 2074-0735.