

Efecto de los Microorganismos Eficientes en el rendimiento biológico de plántulas de henequén en vivero



Effect of Efficient Microorganisms on the biological performance of henequen seedlings in the nursery

<https://cu-id.com/2284/v14n4e06>

✉Enildo O. Abreu-Cruz*, ✉Ramón Liriano-González, ✉Yunel Pérez-Hernández, ✉Jovana Pérez-Ramos, ✉Martha Ofelia Cruz-Moliner, ✉Yunelkis de los Ángeles Arias-Cervantes

Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.

RESUMEN: El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto bioestimulador de los microorganismos eficientes en el rendimiento biológico de plántulas de henequén durante la fase de vivero. La investigación se desarrolló en el vivero de la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Antonio Berdalle”, ubicada en el municipio Limonar. Se utilizaron plántulas de rizomas recolectadas en plantaciones comerciales, de la variedad Sac Ki o henequén blanco. Se utilizó un diseño experimental Bloque al azar con cuatro tratamientos (Microorganismos eficientes (ME) a 20, 30, 40 L/ha⁻¹ y un control sin aplicación de ME) y cuatro réplicas, con unidades experimentales de 25 plantas. Se realizaron cuatro aplicaciones del producto, el desarrollo de las plántulas fue evaluado hasta los 427 días (14 meses) en dos momentos diferentes del ciclo biológico del cultivo en esta fase de desarrollo. Se midieron indicadores morfológicos y fisiológicos de respuesta de las plántulas. Los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores evaluados, mostraron un efecto estimulador de los microorganismos eficientes (ME) en el rendimiento biológico de las plántulas de henequén. Con las dosis de 20 y 30 L/ha⁻¹ de ME, se obtuvo la mejor repuesta de las plántulas en el comportamiento del área foliar, comparados con el tratamiento control.

Palabras clave: Cultivo, fibras naturales, rizomas.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the biostimulatory effect of efficient microorganisms on the biological performance of henequen seedlings during the nursery phase. The research was developed in the incubator of the Base Business Unit (UEB) “Antonio Berdalle”, located in the Limonar municipality. Rhizome seedlings collected from commercial plantations of the Sac Ki variety or white henequen were used. A randomized block experimental design was used with four treatments (Efficient Microorganisms (EM) at 20, 30, 40 L/ha⁻¹ and a control without application of ME) and four replicates, with experimental units of 25 plants. Four applications of the product were made, the development of the seedlings was evaluated up to 427 days (14 months) in two different moments of the biological cycle of the crop in this phase of development. Morphological and physiological indicators of seedling response were measured. The results obtained regarding the evaluated indicators showed a stimulating effect of efficient microorganisms (EM) on the biological performance of henequen seedlings. With the doses of 20 and 30 L/ha⁻¹ of ME, the best response of the seedlings in the behavior of the leaf area was obtained, compared to the control treatment.

Keywords: Cultivation, Natural Fibers, Rhizomes.

INTRODUCCIÓN

Las áreas dedicadas al cultivo del henequén con que cuenta hoy la provincia de Matanzas presentan un elevado grado de deterioro, con una disminución gradual de los campos cultivados y carencia de plántulas de calidad debido esencialmente al mal manejo de las plantaciones y a la desaparición de los viveros, lo que ha provocado una reducción significativa en la producción de fibras (Cruz, 2021).

La principal vía de propagación del henequén es la asexual a través de los hijos basales o del rizoma y de los bulbillos producidos por la inflorescencia, y en los últimos años se han desarrollado tecnologías para la propagación a escala de laboratorio. Cada una de estas vías asexuales de propagación presenta ventajas y desventajas y es precisamente su utilización racional lo que puede contribuir a que en menor tiempo se logren plantaciones de henequén homogéneas y de alta calidad en el país (E. Abreu, 2009).

*Autor para correspondencia: Enildo O. Abreu-Cruz, e-mail: enildo.abreu@umcc.cu

Recibido: 13/12/2023

Aceptado: 10/09/2024

Por las características fisiológicas de esta especie, la fase de vivero es una etapa fundamental en cualquiera de las vías. La estancia de las plántulas en estas condiciones es necesaria para que, en un ambiente más favorable para ellas, puedan alcanzar en el menor tiempo posible y de manera uniforme el patrón de calidad establecido para pasar a plantación permanente (Minag-Cuba, 2016).

Por otra parte, la mala calidad del material de propagación con que cuentan las unidades de base productoras de henequén en Matanzas, así como la falta o deficientes atenciones culturales presentes hoy en estas entidades por la falta de recursos, hacen que el tiempo de permanencia de las plántulas esté entre 18 y 20 meses, todo lo cual sugiere que la posibilidad de buscar alternativas para acelerar su desarrollo durante esta etapa aportaría mejores beneficios económicos para la empresa, no solo por la disminución de su tiempo de estancia, sino también por una mayor calidad en el material de siembra que se lleva a los campos, lo que repercutiría en la recuperación de las plantaciones, en el rendimiento del cultivo y en la calidad de las fibras.

Con este argumento, el empleo de productos estimuladores del crecimiento de origen natural que promuevan el crecimiento y desarrollo de las plántulas durante la fase de vivero, puede constituir una vía para aumentar el rendimiento biológico del cultivo, lo que asegura lograr los aspectos anteriores, así como garantizar una mayor eficiencia y rentabilidad en todo el proceso.

En el presente trabajo se evalúa el empleo de los microorganismos eficientes (ME) que son reconocidos como un grupo de microorganismos benéficos presentes en el suelo para crear un ambiente favorable y mejorar el crecimiento y salud en diferentes cultivos, en henequén no se ha informado sobre el empleo de este producto en ninguna de sus fases de desarrollo. Es por ello que el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto biológico de los ME en plántulas de henequén durante la fase de vivero con el empleo de tres dosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el vivero de la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Antonio Berdalles”, perteneciente a la Empresa Nacional de Fibras Naturales; ubicada en el municipio Limonar, Matanzas. El experimento se desarrolló entre el 19 de junio del 2021 al 16 de septiembre del 2022.

En los estudios se utilizaron plántulas de rizomas recolectadas de las plantaciones comerciales, de la variedad Sac Ki o henequén blanco, las plántulas fueron seleccionadas de manera que mostraran un adecuado vigor vegetativo, buen estado fitosanitario y la mayor uniformidad posible en cuanto a su tamaño, número de hojas y grosor del tallo (Tabla 1).

El experimento se desarrolló sobre suelo Ferralítico rojo poco profundo, rocoso, en un área total de 144 m².

Se utilizó un diseño experimental Bloque al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas, establecidos de la siguiente forma:

Tratamiento 1: Microorganismos eficientes (ME) (20 L/ha⁻¹)

Tratamiento 2: Microorganismos eficientes (ME) (30 L/ha⁻¹)

Tratamiento 3: Microorganismos eficientes (ME) (40 L/ha⁻¹)

Tratamiento 4: Control (sin aplicación de ME).

Las unidades experimentales se conformaron de 25 plántulas con un marco de plantación de 0,40 x 0,20 m. Cuatro repeticiones para cada tratamiento (16 unidades experimentales totales).

En el periodo de desarrollo evaluado se hicieron cuatro aplicaciones (19 de junio, 21 de octubre y 3 de diciembre del 2021 y 26 de enero del 2022). Para ello se utilizó una mochila Matabi de 16 L de capacidad total, la aplicación fue realizada de forma manual y lo más homogénea posible sobre las plántulas

Las evaluaciones se realizaron en dos momentos diferentes del ciclo del vivero (a los cuatro meses de establecido el vivero y al final de la etapa, 14 meses). Con estos resultados se evaluó la dinámica de crecimiento y desarrollo. Para ello se determinaron los siguientes indicadores morfológicos y fisiológicos:

- Altura de las plántulas (cm), para ello se utilizó una cinta métrica con precisión de 1 mm.
- Número de hojas. (por conteo)
- Longitud y ancho de las hojas (cm): se empleó una regla graduada con precisión de 1 mm
- Grosor del tallo (cm): se empleó un pie de rey.
- Área foliar: se determinó según la siguiente ecuación (Gonzales, 2001):

$$Af = \text{Longitud} \times \text{Ancho} \times 0.68$$

TABLA 1. Valores promedios de indicadores de calidad de las plántulas en el momento inicial de su establecimiento en el vivero

Indicadores	Número de hojas	Tamaño de la plántula (cm)	Área foliar (cm ²)	Grosor del tallo (cm)
-	4	26	83,15	2,87
Cv (%)	17,9	10,90	19,13	13,3

La información obtenida fue procesada según el paquete estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOWS. Se comprobó el ajuste a una distribución normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza mediante las Pruebas de Bartlett (Sigarroa, 1985, 2006). En los casos en que los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Para los datos que no cumplieron con estas premisas, se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis y las medias fueron comparadas mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK) ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras 1 a la 4, reflejan el comportamiento de la dinámica de crecimiento de las plántulas a partir de los indicadores evaluados. Cada figura muestra en dos gráficos (A y B), el valor absoluto alcanzado por cada variable y la magnitud del incremento mensual en los dos momentos de muestreo seleccionados para medir el desarrollo de las plántulas (4 meses y 14 meses), el periodo de 14 meses coincide con el tiempo total de duración del vivero y etapa experimental.

La Figura 1 refleja el comportamiento en cuanto a la altura de las plántulas.

Como se observa tanto en el gráfico A (tamaño alcanzado por las plántulas), como en el B (ritmo de crecimiento mensual), no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos en ninguno de los dos momentos de muestreo (4 meses y 14 meses), y para todos los tratamientos por igual las plántulas alcanzaron el tamaño mínimo necesario (45-50 cm) para ser trasplantada a plantación permanente, de acuerdo con los patrones establecidos por el instructivo técnico de este cultivo Minag-Cuba (2016), el cual tiene su fundamento teórico en las características morfofisiológicas de los *Agaves* (García & Serrano, 2022; Terry et al., 2015).

No obstante, se observa que hubo un incremento en el ritmo de crecimiento mensual en el intervalo de cuatro a 14 meses, con respecto al intervalo inicial (0-4 meses), este último enmarcado en el periodo de julio a octubre, lo que puede explicarse por los efectos del trasplante en la etapa inicial del vivero, que induce estrés en las plántulas por la extracción de su hábitat natural en el ecosistema donde se desarrollan, y por la manipulación de este propágulo para ser establecida en el vivero. En el intervalo que se enmarca a partir del 5^{to} mes, hasta los 14 meses, las plántulas reciben los efectos de los períodos pocos lluviosos y lluviosos de acuerdo con las condiciones climáticas de Cuba Abreu (2009), lo que las favorece en una etapa (periodo lluvioso) y lo contrario en la otra (periodo poco lluvioso), pero ya ocurre en condiciones

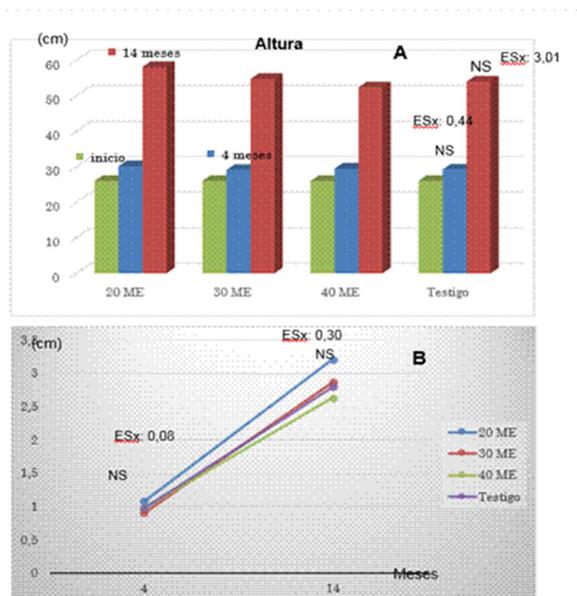


FIGURA 1. Comportamiento de la altura de las plántulas, en su momento inicial y medida a los cuatro y 14 meses de establecido el experimento, de acuerdo con los tratamientos en estudios: Tratamiento 1 (ME, 20 L/ha⁻¹); Tratamiento 2 (ME, 30 L/ha⁻¹); Tratamiento 3 (ME, 40 L/ha⁻¹); Tratamiento 4 (Control, sin ME). El gráfico A, refleja la altura inicial y el valor alcanzado por las plántulas en cada momento de muestreo. El gráfico B, muestra el incremento medio mensual en el periodo de cero a cuatro meses y de cuatro a 14 meses. Los análisis estadísticos fueron hechos para cada periodo por separado. NS. Significa que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias para $P \leq 0,05$. ESx. Significa error estándar de la media.

biológicas en que las plántulas pueden expresar su potencial fisiológico, como se muestra en la propia Figura 1, lo que les permite mantener el ritmo normal de desarrollo de la especie.

En el comportamiento de esta variable, a pesar de haber alcanzado en 14 meses el patrón de calidad para su salida a plantación permanente, como se refiere en el instructivo técnico Minag-Cuba (2016), no se puede afirmar que hubo un efecto marcado de los beneficios que aportan los microorganismos eficientes (ME) cuando se asocian con los cultivos agrícolas, como ha sido informado por diferentes autores (Calero et al., 2018, 2019). Resultados similares en el comportamiento de esta variable para el cultivo del henequén en condiciones de vivero también fueron reportados por Bertrán (2019) con el empleo de diferentes dosis del estimulador QuitoMax, ambos autores lo justifican a partir de las características fisiológicas del cultivo, por ser esta una planta xerófila de crecimiento lento, que no refleja de manera rápida en su morfología, en un periodo corto de tiempo,

cambios significativos en algunas de sus variables del desarrollo, por la acción estimulante del producto que se aplique, además de considerar la mala calidad del material de plantación presente hoy en los campos de henequén, aunque siempre se procede a su selección inicial en campo.

Referente al número de hojas (No. de hojas), los resultados se presentan en la [Figura 2](#).

De la misma manera que para la variable altura, en el número de hojas no se refleja diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los momentos evaluados, sin embargo hay una tendencia a un comportamiento más favorable en los tratamientos en que se emplean los microorganismos eficientes, que puede tener su efecto final en el comportamiento de variables más integrales para expresar el crecimiento y desarrollo de las plantas como es el área foliar, presentado en la [Figura 3](#), donde sí se observa diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, a favor de un efecto significativo del empleo de los microorganismos eficientes, aunque en este caso con un nivel de confiabilidad del 90% ($p < 0,1$).

En el número de hojas los valores que se alcanzan a los 14 meses ([Figura 2 A](#)) muestran valores propicios para el desarrollo del cultivo en todos los tratamientos por igual, de acuerdo con los parámetros establecidos en el instructivo técnico [Minag-Cuba \(2016\)](#), donde se plantea que el número de hojas no debe ser inferior a 15.

El comportamiento en cuanto al ritmo de crecimiento ([Figura 2 B](#)) tiene una expresión similar a la que tuvo con la variable altura referente a su incremento mensual, lo que también puede explicarse a partir del mismo análisis hecho anteriormente referente a las características del cultivo, que incide de manera integral en el metabolismo de la planta y puede reflejarse de forma similar en toda la morfología externa.

En este sentido es importante señalar que el cultivo del henequén en condiciones favorables de temperatura y humedad puede emitir entre dos y tres hojas mensuales, donde estaría expresando su mayor potencial ([Otero, 1999](#)). De acuerdo con los resultados que se muestran en la figura, en el periodo de cuatro a 14 meses, los tratamientos en que se emplean los microorganismos eficientes, exhiben valores promedios superiores a 1,6 hojas mensuales, mientras que el control no llega a 1,5 hojas. En relación a esta respuesta puede decirse de modo general que todos los valores son favorables, si igualmente se considera que en el periodo de cuatro a 14 meses influyen condiciones favorables y poco favorables de acuerdo con las condiciones climáticas de Cuba, como ya se explicó en el comportamiento de la variable altura.

Referente a la dinámica de emisión de hojas en el cultivo del henequén en condiciones de vivero,

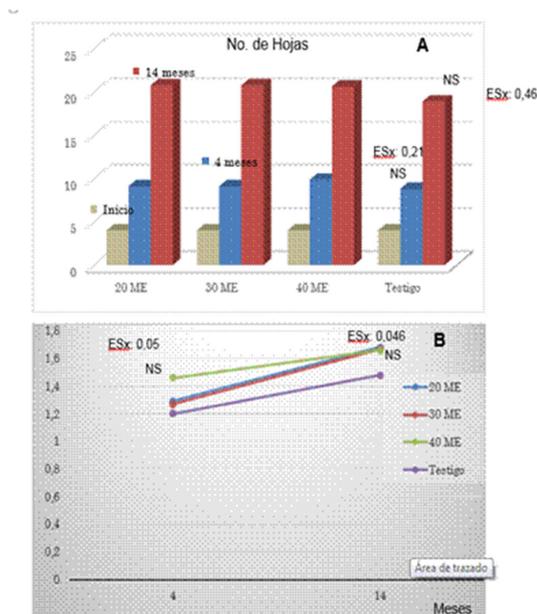


FIGURA 2. Comportamiento del número de hojas (No. hojas) de las plántulas de acuerdo con los tratamientos en estudios: Tratamiento 1 (ME, 20 L/ha⁻¹); Tratamiento 2 (ME, 30 L/ha⁻¹); Tratamiento 3 (ME, 40 L/ha⁻¹); Tratamiento 4 (Control, sin ME), medidos a los cuatro y 14 meses de establecido el experimento. El gráfico A, refleja el número de hojas totales alcanzada por las plántulas en cada momento de muestreo. El gráfico B, muestra el incremento medio mensual en cada periodo (de cero a cuatro meses y de cuatro a 14 meses). Los análisis estadísticos fueron hechos para cada periodo por separado. NS. Significa que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias para $P \leq 0,05$. ESx. Significa error estándar de la media.

[Bertrán \(2019\)](#) refiere que durante los primeros 120 días después del trasplante a vivero, el promedio en el ritmo de emisión de nuevas hojas fue inferior a una hoja por mes, sin embargo después de los 120 días y hasta los 196, se presenta un incremento bien marcado en la emisión de las nuevas hojas, con una tasa que estuvo cercana a las 1,5 hojas mensuales, lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

En el área foliar la diferencia estadísticamente significativa que se menciona entre los tratamientos, se presentó tanto para los dos momentos de muestreo, como para las dos formas en que se evaluaron los indicadores medidos (valor total alcanzado e incremento mensual). En cuanto al valor total alcanzado, a los cuatro meses, a pesar de la diferencia significativa que se destaca, no se puede definir concretamente una mejor respuesta de las plántulas por efecto de los ME, sin embargo a los 14 meses los mejores resultados se exhiben a favor de las variantes donde se emplean los microorganismos eficientes

en dosis de 20 y 30 L/ha⁻¹ (Tratamientos 1 y 2), por el contrario el valor más bajo se presentó en el tratamiento control (Tratamiento 4), que difiere significativamente de los tratamientos 1 y 2; por su parte el tratamiento 3 (40 L/ha⁻¹) aparece con valores intermedios que no difieren estadísticamente del resto.

En relación al incremento mensual del área foliar (Figura 3 B) el comportamiento entre los tratamientos es muy similar al mostrado para el valor total alcanzado (Figura 3 A) en los dos momentos de muestreo. Las plántulas que recibieron las dosis de 20 y 30 L/ha⁻¹ de ME desarrollaron mayor capacidad para producir nueva biomasa, comparadas con el tratamiento control donde no fueron tratadas con los ME.

Es importante señalar que en correspondencia con el comportamiento que se destaca de este indicador en el análisis hecho anteriormente, otro elemento que puede estar a favor de los beneficios que se les atribuyen a los ME, es que con las dosis de 20 y 30 L/ha⁻¹, las plántulas incrementaron en más de tres veces el valor que mostraban a los cuatro meses y por el contrario en el tratamiento control no llega a duplicarse este valor para el mismo intervalo.

Referente al grosor del tallo (Figura 4), no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos para ninguno de los dos momentos de muestreo, ni para los dos indicadores evaluados (grosor total alcanzado e incremento medio mensual). Diferente al comportamiento de los demás indicadores, el incremento en el grosor del tallo en el periodo de cuatro a 14 meses fue inferior que en los primeros cuatro meses después del trasplante para el vivero, lo que pudo estar dado por el tipo de crecimiento de esta especie (crecimiento en roseta, con el meristemo en la parte superior del tallo a partir de donde se emiten las hojas nuevas), característico en planta xerófila, ello hace que el incremento en la biomasa del tallo no solo se exprese en mayor volumen de su diámetro, sino que también se expresa en la altura que va alcanzando este órgano en la medida que va emitiendo nuevas hojas, el cual no fue evaluado en esta investigación, como pudo haber sucedido en los tratamientos 1 y 2 donde las plántulas desarrollaron un mayor área foliar, como consecuencia de un incremento en la altura y en el número de hojas. Inclusive en la dinámica de crecimiento de esta planta, referente a las modificaciones que va mostrando el tallo, se plantea que a partir de los cuatro o cinco años en que la planta está lista para su explotación comercial, este órgano alcanza 20 cm de diámetro, momento en el cual su diámetro no aumenta más y solamente crece en su parte inferior (Minag-Cuba, 2016).

Como bien ha sido destacado por diferentes autores (Bertrán (2019) y Terry et al. (2015)), el grosor del tallo es un indicador de referencia para la calidad de las plántulas en el cultivo del henequén, esta estructura

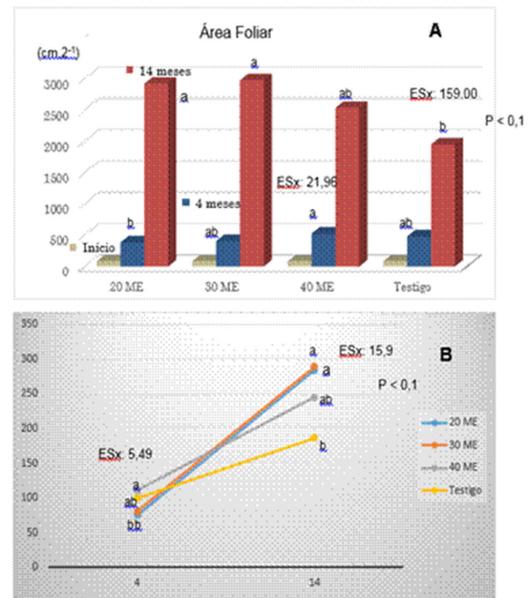


FIGURA 3. Comportamiento del área foliar de las plántulas de acuerdo con los tratamientos en estudios: Tratamiento 1 (ME, 20 L/ha⁻¹); Tratamiento 2 (ME, 30 L/ha⁻¹); Tratamiento 3 (ME, 40 L/ha⁻¹); Tratamiento 4 (Control, sin ME), medido a los cuatro y 14 meses de establecido el experimento. El gráfico A, refleja el área foliar total alcanzada por las plántulas en cada momento de muestreo. El gráfico B, muestra el incremento medio mensual en cada periodo (de cero a cuatro meses y de cuatro a 14 meses). Los análisis estadísticos fueron hechos para cada periodo por separado. Tratamientos con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,1$. ESx. Significa error estándar de la media.

además de ser el órgano de sostén o eje de la planta donde se insertan las hojas, en él se acumulan un gran número de sustancias de reservas imprescindibles para su desarrollo. El instructivo técnico de este cultivo (Minag-Cuba (2016)) establece diferentes categorías de plántulas para su establecimiento en el vivero a partir del grosor del tallo y la altura. De acuerdo con estos criterios, las plántulas con mayor diámetro basal e igual talla (altura), se desarrollan más rápidamente, sin embargo, para su salida del vivero y establecimiento en plantación permanente los indicadores que exige el instructivo técnico y que marcan el patrón de calidad, son la altura de la plántula y el número de hojas.

Referente al éxito del uso de los ME en el cultivo del henequén, puede decirse que los resultados mostrados indican efectos positivos con el empleo de este biofertilizante, como se constata en el comportamiento del área foliar (figura 3), lo que pudo haber estado asociado fundamentalmente a un aumento de la capacidad fotosintética y por la mayor presencia potencial de sustancias sintetizadas a causa de bacterias autótrofas, las que comprenden

aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, que promueven el crecimiento y desarrollo de las plántulas, además, la posibilidad de un mayor saneamiento del área cultivada, ya que consumen los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades (Silva, 2009).

En este sentido los ME son considerados como un grupo de microorganismos benéficos que son cultivados y utilizados como medio para mejorar las condiciones de los suelos, suprimir los microorganismos productores de enfermedades, y aumentar la eficiencia en la utilización de la materia orgánica por parte de los cultivos (EEAITAJ, 2013).

Diferentes investigaciones realizadas han demostrado que el empleo de los ME como biofertilizantes en las tecnologías para las producciones agrícolas pueden mejorar, el crecimiento, producción y calidad de los cultivos, así como la calidad del suelo (Abreu et al., 2021; Calero et al., 2018; Milian et al., 2014).

En el cultivo del henequén estas potencialidades del uso de los ME pueden aportar resultados muy favorables para la industria henequenera de manera general. En las tecnologías que hoy se aplican, totalmente carentes de insumos para la compra de fertilizantes, plaguicidas y para el empleo de la biotecnología, etc., la posibilidad de contar con sustancia estimuladoras del crecimiento de origen natural y de fácil adquisición pudiera aportar dividendos considerables para la Empresa Nacional de Fibras Naturales, responsable de la industria henequenera en el país.

Sin embargo, a pesar de los criterios favorables emitidos por los resultados obtenidos en esta investigación, en todos los indicadores evaluados no se comportó de la misma manera, en lo que pudo haber influido las condiciones de altos niveles de enyerbamiento en que se desarrolló la etapa experimental en los últimos meses (junio- septiembre del 2022), por no contar con los insumos necesarios para su control.

Sobre esta situación real que se presenta hoy en los viveros de las UEB productora de henequén en la provincia, es importante señalar que aunque los estimuladores del crecimiento se consideren una diversidad de productos que actúan sobre la fisiología de las plantas, aumentan su desarrollo, mejoran su productividad en la calidad del fruto y además contribuyen a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades, su efecto puede verse limitado si no se cumple con la disciplina tecnológica del cultivo, además de las exigencias ecofisiológicas de la especie, lo que puede ser de mayor relevancia en especies como el henequén, que son plantas xerófitas de crecimiento lento y que realizan el metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM); en este sentido el control de la vegetación

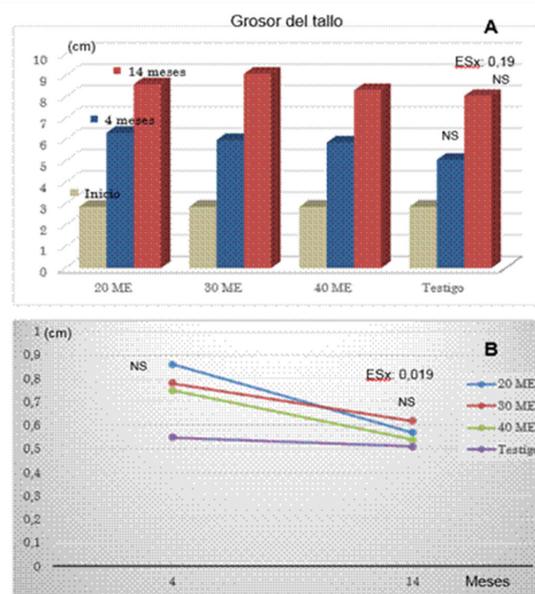


FIGURA 4. Comportamiento del grosor del tallo de las plántulas de acuerdo con los tratamientos en estudios: Tratamiento 1 (ME, 20 L/ha⁻¹); Tratamiento 2 (ME, 30 L/ha⁻¹); Tratamiento 3 (ME, 40 L/ha⁻¹); Tratamiento 4 (Control, sin ME), medido a los cuatro y 14 meses de establecido el experimento.

El gráfico A, refleja el grosor del tallo total alcanzado por las plántulas en cada momento de muestreo. El gráfico B, muestra el incremento medio mensual en cada periodo (de cero a cuatro meses y de cuatro a 14 meses). Los análisis estadísticos fueron hechos para cada periodo por separado. NS. Significa que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias para $p \leq 0,05$. ESx. Significa error estándar de la media.

indeseable, sobre todo las gramíneas, durante el aviveramiento de las plántulas de henequén, si no se logra de manera eficiente, puede inducir muerte o raquitismo por asfixia y competencia por la luz y nutrientes etc y finalmente afectar la supervivencia y la disponibilidad de plántulas de calidad para las plantaciones de fomento y la sostenibilidad del cultivo y de la industria.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores morfológicos evaluados, reflejan un efecto estimulador de los microorganismos eficientes (ME) en el rendimiento biológico de las plántulas de henequén a partir de los tratamientos en estudio.
- Con las dosis de 20 y 30 L/ha⁻¹ de ME, se obtuvo la mejor repuesta de las plántulas en el comportamiento del área foliar, comparados con el tratamiento control.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, E. (2009). *Aclimatización de plántulas de henequén (Agave fourcroydes Lem.) y su evaluación en la etapa de previvero. La Habana* [Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba.
- Abreu, R. A., Urgelles, C. I., Abreu, R. N., Díaz, R. A., & Hernández, G. K. (2021). Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol en condiciones de campo. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(3), 104-110, ISSN: 1028-0871.
- Bertrán, S. L. (2019). *Evaluación del bioestimulador QuitoMax® en el rendimiento biológico de posturas de henequén (Agave fourcroydes Lem.) durante la fase de vivero.* [Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo)]. Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Calero, H. A., Quintero, R. E., Olivera, V. D., Pérez, D. Y., Castro, L. I., Aguilar, O. J. R., & López, D. E. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 5-10, ISSN: 0258-5936, Publisher: Ediciones INCA.
- Calero, H. A., Quintero, R. E., Pérez, D. Y., Olivera, V. D., Peña, C. K., & Jiménez, H. J. (2019). Efecto entre microorganismos eficientes y fitomas-e en el incremento agroproductivo del frijol. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 17(1), 25-33, ISSN: 1692-3561, Publisher: Universidad del Cauca, Vicerrectoría de Investigaciones.
- Cruz, M. O. (2021). *Recuperación de las potencialidades de la producción henequenera en Matanzas* [Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo)]. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
- EEAITAJ. (2013). *Microorganismos Eficaces (EM)*. Estación Experimental Agropecuaria para la Introducción de Tecnologías Apropriadas de Japón (EEAITAJ). <https://goo.gl/PXqAuy>
- García, S., & Serrano, H. (2022). *Agave fourcroydes (Lem.) y sus nuevas perspectivas. TecnoAgro*, 78. <https://tecnoagro.com.mx/no.-78/agave-fourcroydes-lem-y-sus-nuevas-perspectivas>
- Gonzales, G. (2001). *Embriogénesis somática en Henequén (Agave Fourcroydes lem.). Establecimiento de una metodología de propagación in vitro* [Tesis (en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas)]. Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba.
- Milian, M. P. R., González, R. J., de la C Cuellar, V. E., Rivero, C. C. J., Fresneda, Q. C., & Terrero, M. W. (2014). Efecto de microorganismos eficientes (ME-50) sobre la morfología y el rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa*) en Aguada de Pasajeros. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(2), 327-336, ISSN: 2415-2862.
- Minag-Cuba. (2016). *Instructivo técnico del cultivo del Henequén* (Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”). Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, Quivicán, Mayabeque, Cuba.
- Otero, B. (1999). El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes, Lem*) como planta textil y su aprovechamiento integral. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 3(9), 23-46.
- Sigarroa, A. (1985). *Biometría y diseño experimental*. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
- Sigarroa, A. (2006). *Manual de prácticas de biometría y diseño experimental*. Editorial Félix Varela.
- Silva, M. (2009). *Microbiología General*. <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
- Terry, E. C., Castellanos, G. L., & Hernández Herrera, R. (2015). Posibilidades del henequén *Agave fourcroydes Lemaire* para el control de plagas en los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 3(2), 514-524, ISSN: 2415-2862.

Enildo Osmani Abreu-Cruz, Dr.C. Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba.

Ramón Liriano-González, Dr.C. Profesor Titular, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba. e-mail: ramon.liriano@umcc.cu.

Yumel Pérez-Hernández, MSc., Profesor Auxiliar, Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, e-mail: yumel.perez@umcc.cu.

Jovana Pérez-Ramos, MSc. Ing., Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, e-mail: jovana.perez@umcc.cu.

Martha Ofelia Cruz-Moliner, Ing., Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba, e-mail: martha.cruz@umcc.cu.

Yumelkis de los Ángeles Arias-Cervantes, Ing., Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autopista a Varadero km 3 ½, Matanzas, Cuba. e-mail: yunearias91@gmail.com.

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** E. Abreu. **Data curation:** E. Abreu, R. Liriano. **Formal analysis:** E. Abreu, R. Liriano, Y. Pérez, J. Pérez. **Investigation:** E. Abreu, R. Liriano, J. Pérez, M. Cruz, Y. Arias. **Methodology:** E. Abreu, R. Liriano. **Supervision:** E. Abreu, R. Liriano, Y. Pérez. **Validation:** E. Abreu, R. Liriano, J. Pérez, M. Cruz, Y. Arias. **Papers/Editorial, original project:** E. Abreu, R. Liriano. **Writing, revisión and edition:** E. Abreu, R. Liriano, Y. Pérez, J. Pérez.

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 licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)