

Efecto del microorganismo eficiente ME-50 en el enraizamiento y supervivencia de la semilla agrícola de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray¹

Effect of efficient microorganism ME-50 on rooting and survival of agricultural seed of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray¹

Dayami Fontes-Marrero¹ <https://orcid.org/0000-0001-6573-4732>, Yanier Acosta-Fernández² <https://orcid.org/0000-0001-7017-0556>, Dayanis Hernández-Fontes¹ <https://orcid.org/0009-0007-3847-5887>, Carlos Mazorra-Calero¹ <https://orcid.org/0000-0002-3431-9824>, Julio Ynchausti-Rodríguez² <https://orcid.org/0000-0002-7843-8542> y Jorge Martínez-Melo¹ <https://orcid.org/0000-0003-4767-9746>
¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez. Cuba. ²Centro de Bioplasmas perteneciente Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez. Cuba. Correo electrónico: dayami.fontes@gmail.com, yacfdz@gmail.com, dayanishernandez020402@gmail.com, mazorra blanco1995@gmail.com; julioryrodriguez@gmail.com, martinezmelo79@gmail.com

Resumen

Objetivo: Evaluar el efecto del microorganismo eficiente ME-50 en el enraizamiento y supervivencia de la semilla agrícola de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.

Materiales y Métodos: Se evaluó el efecto de tres tiempos de acondicionamiento con ME-50: 0 horas (control), 24 y 48 horas. Durante la investigación, se monitoreó cuidadosamente la brotación durante los primeros 14 días, mientras que la calidad morfológica de los brotes y las raíces se evaluó sistemáticamente a los 14, 28 y 42 días posteriores a la plantación.

Resultados: El acondicionamiento de las estacas con ME-50 tuvo un efecto positivo significativo en el desarrollo vegetativo de la especie. Las estacas tratadas con el bioestimulante mostraron una emisión de brotes más rápida y abundante en comparación con el grupo control, destacándose particularmente el tratamiento de 48 horas de acondicionamiento como el más efectivo. En cuanto al sistema radicular, se observó un patrón de desarrollo particular. Aunque inicialmente se registró un retraso en la emisión de raíces en las estacas tratadas, al cabo de 42 días estas superaron notablemente al control tanto en longitud como en densidad radicular, especialmente en el tratamiento de 48 horas.

Conclusiones: El uso de ME-50 representa una estrategia efectiva para la mejora de la propagación vegetativa de *T. diversifolia* y el acondicionamiento de 48 horas fue el protocolo más recomendable. El retraso inicial en el desarrollo radicular no comprometió los resultados finales, ya que se compensó con un crecimiento más vigoroso a mediano plazo.

Palabras clave: brotación, crecimiento, propagación de plantas

Abstract

Objective: To evaluate the effect of the efficient microorganism ME-50 on the rooting and survival of the agricultural seed of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.

Materials and Methods: The effect of three conditioning times with ME-50 was evaluated: 0 hours (control), 24 and 48 hours. During the study, sprouting was carefully monitored during the first 14 days, while morphological quality of shoots and roots was systematically evaluated at 14, 28 and 42 days after planting.

Results: The conditioning of cuttings with ME-50 had a significant positive effect on the vegetative development of the species. Cuttings treated with the biostimulant showed a faster and more abundant shoot emission compared to the control group, with the 48-hour conditioning treatment standing out as the most effective. As for the root system, a particular development pattern was observed. Although initially there was a delay in root emission in the treated cuttings, after 42 days they significantly outperformed the control in both root length and root density, especially in the 48-hour treatment.

Conclusions: The use of ME-50 represents an effective strategy for the improvement of vegetative propagation of *T. diversifolia* and 48-hour conditioning was the most recommended protocol. The initial delay in root development did not compromise the final results, as it was compensated by a more vigorous growth in the medium term.

Key words: sprouting, growth, plant propagation

Introducción

Los estudios sobre el comportamiento durante el establecimiento, así como las características que debe reunir el material de propagación para lograr un rápido y efectivo desarrollo se han realizado de

¹ Trabajo presentado en VII Convención Internacional Agrodesarrollo 2024. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. 21 al 25 de octubre del 2024

¹ Work presented at the International Convention Agrodesarrollo 2024. Plaza América Convention Center, Varadero, Cuba. October 21-25, 2024

Recibido: 19 de diciembre de 2024
Aceptado: 17 de abril de 2025

Como citar este artículo: Fontes-Marrero, Dayami; Acosta-Fernández, Yanier; Hernández-Fontes, Dayanis; Mazorra-Calero, Carlos; Ynchausti-Rodríguez, Julio & Martínez-Melo, Jorge. 2025. Efecto del microorganismo eficiente ME-50 en el enraizamiento y supervivencia de la semilla agrícola de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Pastos y Forrajes*. 48:e07.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

forma puntual (Medina *et al.*, 2009). En este sentido, Arias *et al.* (2015) afirmaron que debido a los pocos trabajos que existen en esta temática no es posible establecer una discusión acertada y amplia acerca de la mayoría de los indicadores agrotécnicos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. Hay que tener presente el amplio interés que va adquiriendo esta planta para la alimentación animal y además su variabilidad genética, como indicaron Ruiz *et al.* (2010) al evaluar 29 ecotipos colectados en Cuba. Sin embargo, es importante continuar investigaciones que corroboren la dinámica de crecimiento y la producción de biomasa de la especie.

Ruiz *et al.* (2009) plantearon que a pesar del uso de *T. diversifolia* en la alimentación animal, en especial por parte de los campesinos, se han realizado pocas investigaciones acerca de este tema y sugirieron que era necesaria la evaluación científica de la respuesta productiva de su forraje como alimento animal, además de profundizar en aspectos vinculados con la agrotécnica, específicamente con el enraizamiento y el establecimiento eficiente de esta planta en el campo.

Una de las limitaciones fundamentales para la extensión de esta especie es que la propagación se realiza casi en un 100 % mediante el uso de estacas, que son fáciles de adquirir, pero cabe resaltar que este tipo de propagación presenta algunas dificultades como es el costo en la transportación, limitaciones de fertilizantes minerales que garanticen el buen enraizamiento y el almacenamiento que sólo se puede realizar durante periodos cortos, sin afectar la calidad de las estacas (Sánchez-Núñez *et al.* 2014).

Resolver la problemática anterior constituye un reto en esta investigación que implica desarrollar investigaciones integrales que optimicen los procesos de emisión y conservación de la semilla agámica.

De ahí que el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del microorganismo eficiente ME-50 en el enraizamiento y supervivencia en la semilla agrícola de *T. diversifolia*.

Materiales y Métodos

Material vegetal. Se utilizaron estacas de *T. diversifolia* obtenidas a partir de plantas adultas de un año de cultivo en la Estación Experimental Juan Tomás Roig, perteneciente al Centro de Bioplantas de Ciego de Avila, Cuba.

Caracterización de ME-50. Está conformado por un cultivo mixto de microorganismos beneficiosos que contiene levaduras, bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, actinomicetos y hongos con una concentración de $> 10^6$ UFC/mL de microorga-

nismos beneficiosos en un 2 % y 98 % de agua. Este microorganismo es producido y comercializado por la empresa LABIOFAM, Ciego de Ávila.

Procedimiento experimental. Para determinar el efecto del microorganismo eficiente como tratamiento pregerminativo en las semillas agrícolas de *T. diversifolia* a través de caracteres morfológicos en las plántulas hasta 42 días de cultivo, se realizó el acondicionamiento de las semillas agámicas.

Para el acondicionamiento de las estacas se utilizó el ME-50 al 5 % (5 mL L^{-1}) y tres tiempos de acondicionamiento (0, 24 y 48 horas). Las estacas se colocaron en recipientes de plástico ($0,018 \text{ m}^3$) cumpliendo en cada tratamiento con el tiempo de imbibición previamente establecido. Después del período de tiempo dedicado para el acondicionamiento, las estacas se plantaron en bolsas de polietileno ($0,0015 \text{ m}^3$) a razón de una estaca por bolsa para un total de 150 bolsas por tratamiento, dividido en tres réplicas de 50 bolsas. Las bolsas se rellenaron con un sustrato basado en suelo Ferralítico Rojo compactado y humus de lombriz (50/50). El riego se realizó diariamente para mantener la humedad durante los 42 días de duración del experimento.

Determinaciones realizadas

- Porcentaje de brotes emitidos (%). Durante 14, 28 y 42 días de plantadas, se contó el total de estacas con brotes ($n = 30$), se realizó una lectura diaria y se consideraron brotes a aquellos que median más de un centímetro.
- Número de brotes por estaca. Se contabilizó el total de brotes por cada estaca ($n = 30$) durante 14, 28 y 42 días de plantada.
- Porcentaje de brotes por estaca. Se contabilizó el total de brotes por estaca ($n = 30$) y se calculó el porcentaje en referencia al total de yemas de la estaca a los 14, 28 y 42 días de plantada.
- Número de raíces por estaca. Se contó el total de raíces por estaca ($n = 30$) durante 14, 28 y 42 días de plantada.
- Número de hojas por brote. Se contó el número de hojas que tenía el brote mayor de cada estaca ($n = 30$) durante 14, 28 y 42 días de plantada.
- Grosor del brote. Con un pie de rey digital se midió el grosor de la yema mayor de cada estaca ($n = 30$) durante 14, 28 y 42 días de plantada.

Análisis estadístico. Se realizó el análisis de varianza simple. Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de rangos múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), previa comprobación de los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homoge-

neidad de varianzas (*Levene*). En algunos casos fue necesaria la transformación de los datos para lograr los supuestos de las pruebas paramétricas realizadas. En el procesamiento de los datos se utilizó el SPSS® (Versión 11.5 para Windows, SPSS Inc.).

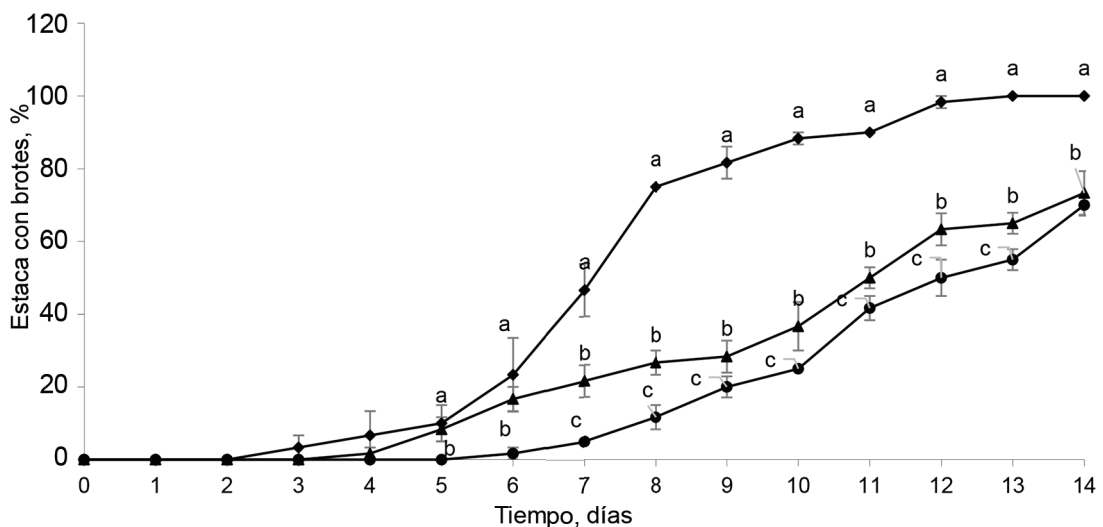
Resultados y Discusión

La figura 1 muestra el porcentaje de estacas con brotes durante los primeros 14 días posteriores a la plantación. Se pudieron apreciar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en cada momento de evaluación a partir del quinto día. Los primeros brotes se observaron al tercer día en el tratamiento de 48 horas de inmersión en el ME-50, mientras que en el tratamiento de 24 horas la emisión comenzó al cuarto día y en el control al sexto día. El porcentaje de estacas con brotes se incrementó rápidamente durante los primeros ocho días en el tratamiento de 48 horas de inmersión en el ME-50, diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. A los 13 días se alcanzó el 100 % de estacas con brotes en este tratamiento (48 horas), mientras que en los restantes tratamientos (24 horas y control) solo se alcanzó el 73 y el 70 % a los 14 días, respectivamente.

Estos resultados demostraron que la especie *T. diversifolia* puede propagarse por vía agámica de manera adecuada y si se emplea un tratamiento de acondicionamiento a las estacas con el uso de microorganismos eficientes, puede incrementarse la

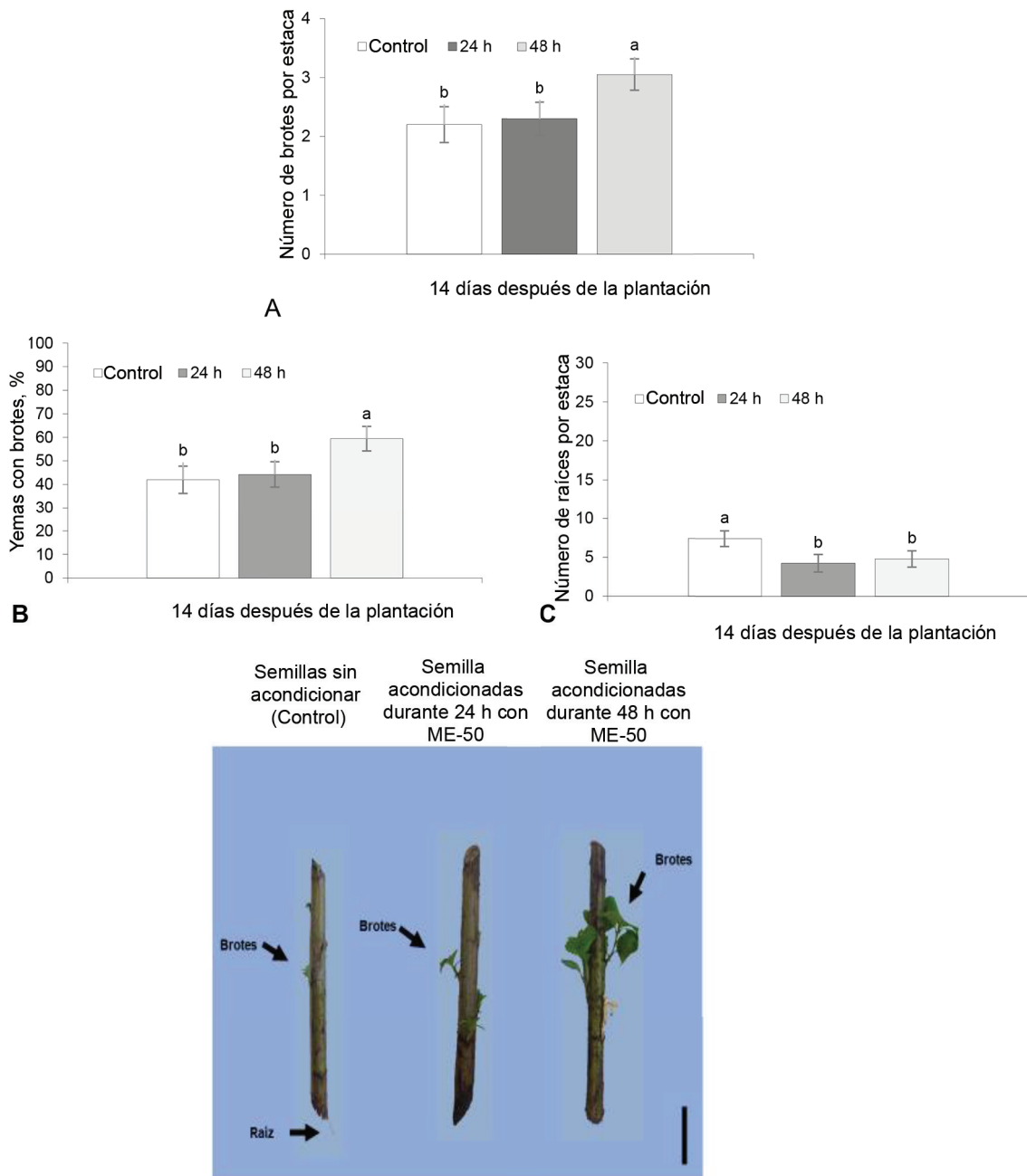
brotación en un menor período de tiempo. También transcurridos los 14 días posteriores a la plantación de las estacas de *T. diversifolia* se evaluó el número de brotes por estaca (figura 2, A), el porcentaje de brotes por estaca (figura 2, B) y el número de raíces por estaca (figura 2, C). Fue significativamente mayor, en todos los momentos de evaluación, el número de brotes por estaca en las que se acondicionaron con ME-50 durante 48 horas. Mientras que, entre las acondicionadas durante 24 horas y las del tratamiento control no se evidenciaron diferencias estadísticas. Igual resultado se pudo apreciar en el porcentaje de brotes por estaca (figura 2, B). Contrariamente, el número de raíces por estaca fue significativamente mayor en las estacas del tratamiento control a los 14 días después de la plantación (figura 2, C).

En la figura 3 se muestra el desarrollo de los brotes de *T. diversifolia*, el número de hojas por brotes (figura 3, A) y el grosor de los brotes (figura 3, B) transcurridos 14 días de la plantación. El tratamiento de semillas acondicionadas durante 48 horas mostró el mayor número de hojas por brotes y grosor del brote, el cual difirió significativamente de las estacas acondicionadas durante 24 horas y el tratamiento control. Ello corrobora lo que planteó Martínez *et al.* (2014), al mostrar que las sustancias de reserva presentes en las estacas, conjuntamente con los nuevos brotes y hojas que se forman, elevan



$p \leq 0,05$; $n = 30$. Solo para el procesamiento estadístico los datos se transformaron según $y' = 2 * \arcsen ((y/100)^{0,5})$.

Figura 1. Porcentaje de estacas de *T. diversifolia* con brotes durante los primeros 14 días posteriores a la plantación. Resultados con letras desiguales, en cada día de evaluación, son estadísticamente diferentes.



Resultados con letras desiguales, en cada momento de evaluación, son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$; $n = 30$).

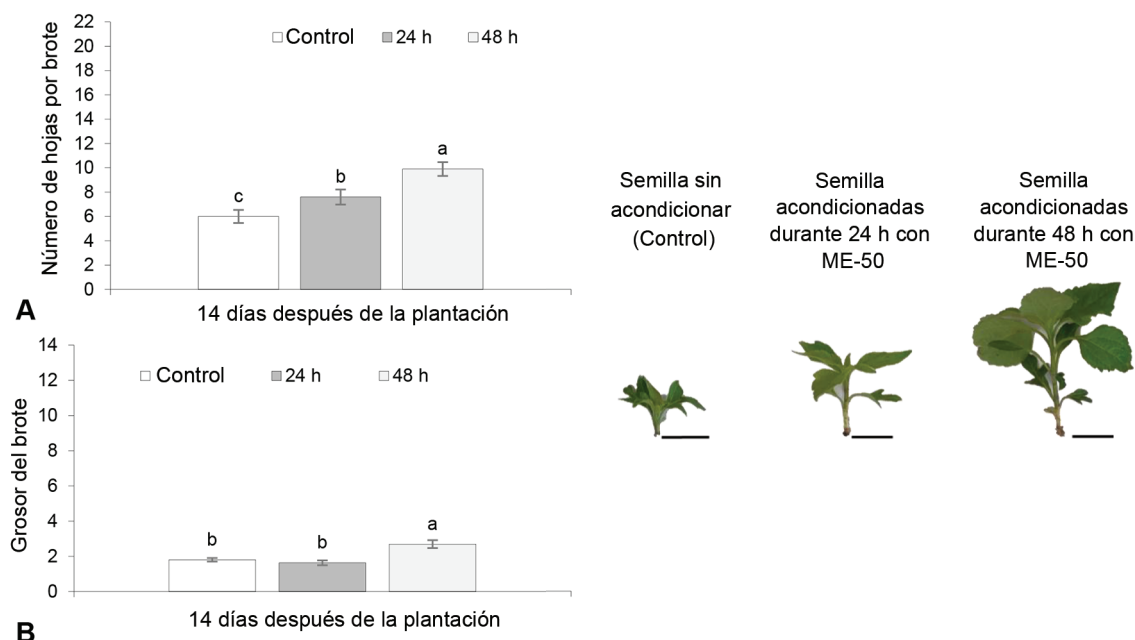
Figura 2. Caracteres morfológicos evaluados en estacas de *T. diversifolia* a los 14 días después de la plantación.

(A) Número de brotes por estaca, (B) Porcentaje de brotes por estaca y (C) Número de raíces por estaca.

la actividad fotosintética, así como la producción de auxinas endógenas que estimulan la formación y diferenciación de brotes.

Transcurridos 28 días de la plantación de las estacas de *T. diversifolia*, se evaluó el número de brotes por estaca (figura 4, A), el porcentaje de

brotes por estaca (figura 4, B) y el número de raíces por estaca (figura 4, C). Fue significativamente superior, el número de brotes por estaca y el porcentaje de yemas por brotes en las que se acondicionaron con ME-50 durante 48 horas. En el número de raíces por estaca (figura 4, C), no se apreciaron



Resultados con letras desiguales, en cada momento de evaluación, son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$; $n = 30$).

Figura 3. Caracteres morfológicos evaluados en brotes de *T. diversifolia* a los 14 días después de la plantación. (A) Número de hojas por brote y (B) Grosor de los brotes.

diferencias entre los tratamientos evaluados. La calidad morfológica de las estacas de *T. diversifolia*, evidenció que las estacas acondicionadas durante 48 horas con ME-50 presentaron un mayor vigor, lo que pudiera estar asociado al efecto fitohormonal que presenta el microorganismo que estimula el crecimiento de brotes. Sin embargo, todo este proceso no solamente está mediado por la interacción de los microorganismos, sino también por las condiciones del entorno que hacen posible que los beneficios del producto empleado en el acondicionamiento se expresen en las especies vegetales.

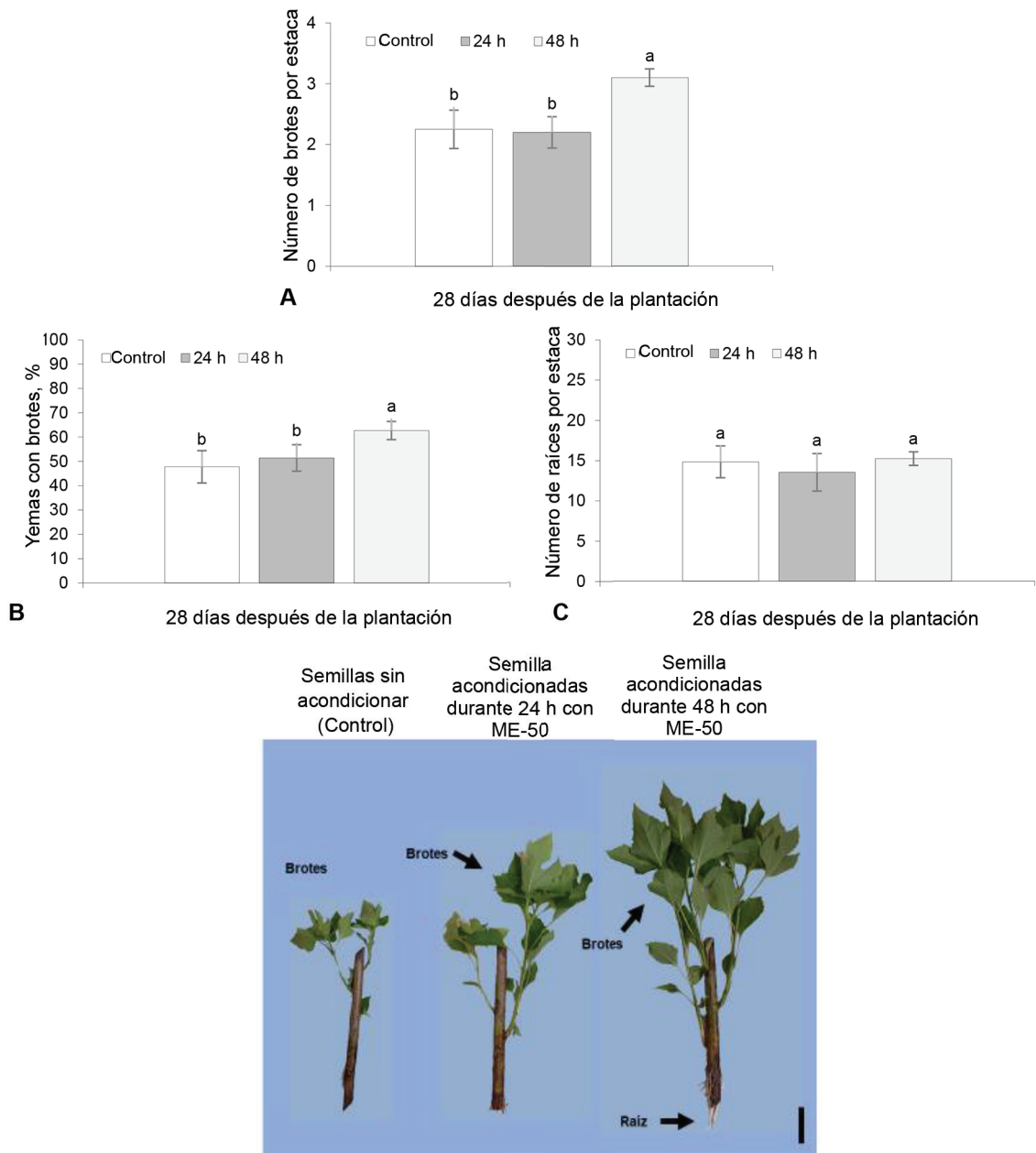
A los 42 días posteriores a la plantación de las estacas de *T. diversifolia* se evaluó el número de brotes por estaca (figura 5, A), el porcentaje de brotes por estaca (figura 5, B) y el número de raíces por estaca (figura 5, C). Fue significativamente mayor, en todos los momentos de evaluación, el número de brotes por estaca, el porcentaje de yemas por brote y el número de raíces por estaca en las que se acondicionaron con ME-50 durante 48 horas.

Durante el enraizamiento y brotación de las estacas después de la plantación, se evaluó el número de hojas por brote (figura 6, A) y el grosor de cada brote (figura 6, B). Ambos indicadores fueron significativamente mayores, en todos los momentos

de evaluación, en las estacas que se acondicionaron con ME-50 durante 48 horas.

El acondicionamiento activa varios procesos que estimulan la germinación de las semillas, el enraizamiento y la emisión de yemas (Gupta *et al.*, 2022; Pagano *et al.*, 2023). Al momento de la plantación de las semillas agámicas (estacas), las acondicionadas han absorbido una cantidad considerable de hormonas, aminoácidos, proteínas y metabolitos que puede favorecer el metabolismo, y lograr una mayor tasa de emisión y enraizamiento, seguido de un mejor desarrollo de las plántulas (Wright *et al.*, 2003; Gupta *et al.* 2022).

El acondicionamiento con ME-50 de las estacas de *T. diversifolia* en realidad activa en primer lugar el metabolismo encargado de la emisión de las yemas y seguidamente el de la formación de raíces, presumiblemente influenciado por el balance hormonal (Paparella *et al.*, 2015). Como se pudo comprobar en esta investigación, el acondicionamiento de las estacas mejoró el tamaño de los brotes y el número de hojas por brote, lo que puede conducir a mejorar las respuestas de las estacas a las condiciones ambientales adversas después de la plantación, como pueden ser, altas temperaturas, déficit hídrico y ataque de patógenos.



Resultados con letras desiguales, en cada momento de evaluación, son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$; $n = 30$).

Figura 4. Caracteres morfológicos evaluados en estacas de *T. diversifolia* a los 28 días después de la plantación. (A) Número de brotes por estaca, (B) Porcentaje de brotes por estaca y (C) Número de raíces por estaca.

Conclusiones

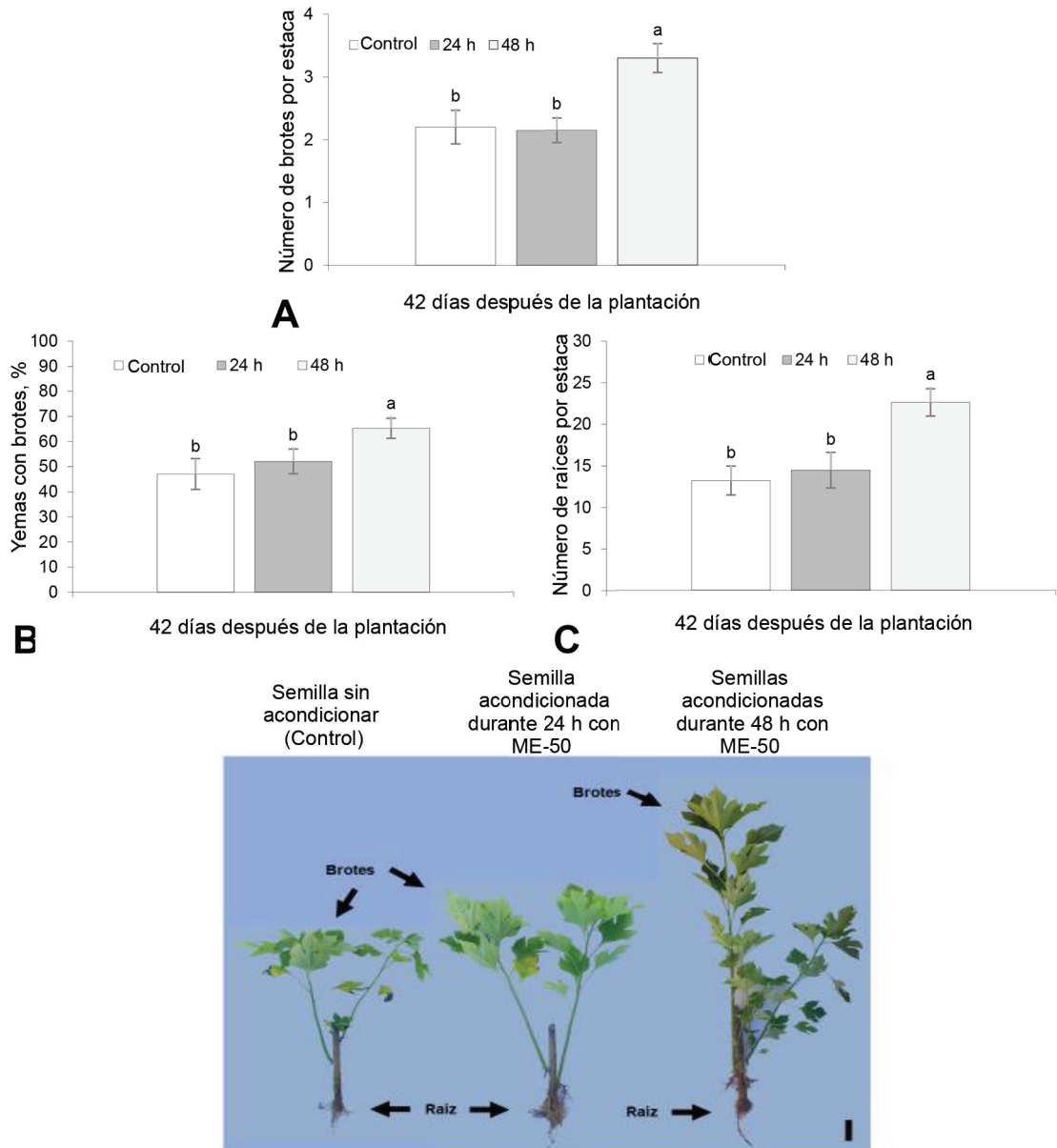
El acondicionamiento con ME-50 de las estacas de *T. diversifolia* mejoró la emisión de brotes y raíces, aunque el acondicionamiento durante 48 horas resultó el tiempo de acondicionamiento que mostró los mejores resultados.

La emisión de brotes ocurrió de forma más acelerada en las estacas acondicionadas, mientras que

la emisión de raíces experimentó un retraso en comparación con las estacas del tratamiento control, aunque a los 42 días de evaluación este indicador fue significativamente superior en este tratamiento.

Agradecimientos

Este trabajo se realizó en las áreas experimentales del Centro de Bioplasmas en el marco del Proyecto FSPI AGRECOCARIBE, financiado por



Resultados con letras desiguales, en cada momento de evaluación, son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$; $n = 30$).

Figura 5. Caracteres morfológicos evaluados en estacas de *T. diversifolia* a los 42 días después de la plantación.

(A) Número de brotes por estaca, (B) Porcentaje de brotes por estaca y (C) Número de raíces por estaca

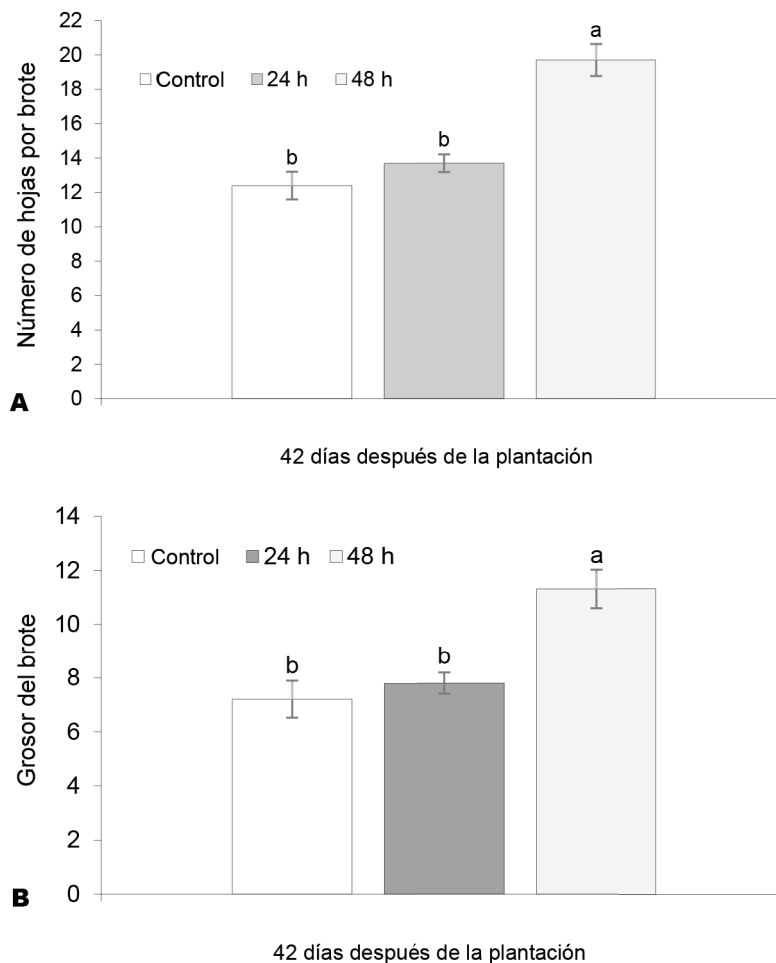
la Embajada de Francia en Cuba. Se agradece especialmente a la Dr. C. Paula Fernandes investigadora del CIRAD por el apoyo brindado durante esta etapa de investigación, así como a los obreros, estudiantes, personal técnico e investigadores que forman parte de este resultado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- Dayami Fontes-Marrero. Concepción de la investigación, recolección, análisis e interpretación de los resultados y redacción del manuscrito.
- Yanier Acosta-Fernández. Fotografías, recolección, toma de datos, análisis de los resultados y conformidad con la redacción del manuscrito.
- Dayanis Hernández-Fontes. Establecimiento del área experimental, toma de datos, interpretación



Resultados con letras desiguales, en cada momento de evaluación, son estadísticamente diferentes $p \leq 0,05$; $n = 30$).

Figura 6. Caracteres morfológicos evaluados en brotes de *T. diversifolia* a los 42 días después de la plantación. (A) Número de hojas por brote y (B) Grosor de los brotes

de los resultados y conformidad con la redacción del manuscrito.

- Carlos Mazorra-Calero. Diseño, análisis de los resultados y conformidad con la redacción del manuscrito.
- Julio Ynchausti-Rodríguez. Recolección, toma de datos y conformidad con la redacción del manuscrito.
- Jorge Martínez-Melo. Recolección, toma de datos y conformidad con la redacción del manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Arias, A.; Lima, R.; Hernández, J. C.; Gómez, Y. & Pérez, Y. 2015. Efecto de la densidad de plantación en el establecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. *Memorias V Congreso de producción Animal Tropical*. Vol. CD-ROM. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal.
- Gupta, S.; Doležal, K.; Kulkarni, M. G.; Balázs, E. & Van Staden, J. 2022. Role of non-microbial biostimulants in regulation of seed germination and seedling establishment. *Plant Growth Regul.* 97 (2):271-313. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00794-6>.
- Martínez-Hernández, Elizabeth; Salas-Partida, A. & Galván-Luna, J. J. 2014. *Efecto del pre-acondicionamiento de semillas en el crecimiento y desarrollo de plántulas de pimiento morrón (Capsicum annum L.) usando soluciones orgánicas*. Tesis de licenciatura. Saltillo, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

- <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3659>.
- Medina, María G.; García, D. E.; González, Miriam E.; Cova, L. J. & Moratinos, P. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Trop.* 27 (2):121-134. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000200003.
- Pagano, Andrea; Macovei, Anca & Balestrazzi, Alma. 2023. Molecular dynamics of seed priming at the crossroads between basic and applied research. *Plant Cell Rep.* 42 (4):657-688. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-023-02988-w>.
- Paparella, S.; Araújo, S. S.; Rossi, G.; Wijayasinghe, M.; Carbonera, D. & Balestrazzi, Alma. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Rep.* 34 (8):1281-1293. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Díaz, H. & Achang, G. 2009. Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 43 (1):91-93. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015398016.pdf>.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Torres, Verena; González, J.; Achang, G.; Sarduy, Lucía *et al.* 2010. Assessment of collected materials of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray in the center-western region of Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 44 (3):285-289. <https://www.cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/223>.
- Sánchez-Núñez, Lina M.; Hernández-Bernal, Diana M. & Sánchez-Moreno, H. V. 2014. Dynamics agro technique and germination for efficient development of *Tithonia diversifolia*. *Rev. Sist. Prod. Agroecol.* 5 (2): 59-81. <https://scispace.com/pdf/dinamica-de-la-germinacion-y-agrotecnia-para-un-eficiente-zgrpjceozy.pdf>.
- Wright, B.; Rowse, H. R.; & Whipps, J. M. 2003. Application of beneficial microorganisms to seeds during drum priming. *Biocontrol Sci. Technol.* 13 (6):599-614. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583150310001517992>.