



## Efecto de bioestimulantes y hongos micorrízicos arbusculares en la propagación vegetativa de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray

### Effect of biostimulants and an Arbuscular Mycorrhizal Fungus in the vegetative propagation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray

✉ Jorge Corbera-Gorotiza<sup>1\*</sup>, ✉ Pedro José González-Cañizares<sup>1</sup>, ✉ Reynerio Reyes-Rouseaux<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Carretera San José - Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. Avenida Independencia, km 8 ½ Boyeros, La Habana, Cuba.

**RESUMEN:** Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes bioproductos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la tithonia [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray], por su alto potencial en la alimentación bovina, se realizó un experimento en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba; este se desarrolló en bolsas, con 8 tratamientos conformados por la inoculación simple de los bioproductos y la combinación de los bioestimulantes con el hongo micorrízico arbuscular, más un control sin bioproductos, utilizando un diseño completamente aleatorizado. Se midió, a los 50 días después de la plantación (ddp), el número, largo y diámetro de las ramas, el número de hojas y su contenido de clorofila, el estado nutricional - N, P y K (parte aérea y raíz), las variables fúngicas (frecuencia e intensidad de la colonización) y la masa seca (parte aérea y raíz). Los resultados mostraron un efecto positivo del empleo de los diferentes bioproductos, con resultados distintos entre ellos y diferencias con el control, con tendencia a ser superiores los efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la tithonia cuando se utilizó la combinación del hongo micorrízico arbuscular con los bioestimulantes, en dependencia de los bioproductos evaluados, sin diferencias muy marcadas entre dichas combinaciones. Se destaca, de manera general, la combinación EcoMic<sup>®</sup> y Bioenraíz<sup>®</sup> con los mayores efectos sobre las variables evaluadas. Los efectos beneficiosos del empleo de los diferentes bioproductos y algunas de sus combinaciones, podría favorecer una producción sostenible de este cultivo.

**Palabras clave:** Bioproductos, vivero, esquejes, crecimiento, producción de biomasa.

**ABSTRACT:** In an experiment in bags, in the central area of the National Institute of Agricultural Sciences of Cuba, with the objective of evaluating the effect of different bioproducts on the growth and development of the tithonia crop [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray], eight treatments were studied in a completely randomized design. Treatments made up of the simple inoculation of bioproducts and the combination of biostimulants with the arbuscular mycorrhizal fungi, plus a control without bioproducts. At 50 dap, the number, length and diameter of the branches, the number of leaves and their chlorophyll content, the nutritional status - N, P and K (aerial part and root), the fungal variables (frequency and colonization intensity) and dry mass (aerial part and root) were measured. The results showed a positive effect of bioproduct use, with different results between them and differences with the control, with a tendency to be higher the effects on the growth and development of tithonia when the combination of the arbuscular mycorrhizal fungi was used with the biostimulants, depending on the bioproducts evaluated and without very marked differences between said combinations. In general, the EcoMic<sup>®</sup> plus Bioenraíz<sup>®</sup> combination with the greatest effects on the variables evaluated stands out. The beneficial effects of the use of the different bioproducts and some of their combinations, could favor a sustainable production of this crop.

**Keywords:** Bioproducts, nursery, cuttings, growth, biomass production.

\*Autor para correspondencia: [jcorbera@inca.edu.cu](mailto:jcorbera@inca.edu.cu)

Recibido: 25/09/2023

Aceptado: 18/09/2024

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

**Contribución de los autores:** **Conceptualización:** Jorge Corbera-Gorotiza, Pedro José González Cañizares. **Investigación:** Jorge Corbera-Gorotiza, Pedro José González Cañizares, Reynerio Reyes-Rouseaux. **Metodología:** Jorge Corbera-Gorotiza, Pedro José González Cañizares, Reynerio Reyes-Rouseaux. **Supervisión:** Jorge Corbera-Gorotiza, Pedro José González Cañizares. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos:** Jorge Corbera-Gorotiza.

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

Una alternativa para mitigar la situación que se presenta con la calidad de las pasturas que conforman las dietas en bovinos lo constituye la conformación de los bancos forrajeros. Éstos constituyen una estrategia nutricional viable en la suplementación de los rumiantes en el trópico, a causa de las bondades nutritivas que aportan con notable disminución en el uso de insumos externos (1).

Para la conformación de dichos bancos forrajeros pueden emplearse un conjunto de gramíneas que aportan altas concentraciones de biomasa en pie o proteínicas que cumplen igual función, sobresaliendo dentro de éstas últimas, la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, por las características agronómicas y bromatológicas que posee, además de la alta plasticidad ecológica y productiva, que la convierte entre los ganaderos cubanos y de otras regiones del mundo en una de las plantas proteínicas más aceptada para ser suministrada a los rebaños bovinos (2).

*Tithonia diversifolia* (Hemsl.), conocida comúnmente como botón de oro, es una planta forrajera que puede ser establecida a través de semilla sexual y vegetativa; su composición nutricional muestra niveles elevados de proteína y carbohidratos solubles, bajo contenido de fibra detergente neutro (FDN) y niveles adecuados de minerales; su establecimiento y uso como abono verde puede mejorar las condiciones de fertilidad del suelo para aumentar la producción y rendimiento del pasto. Estas características le confieren un alto potencial en la alimentación bovina, ya sea como recurso para ramoneo, procesado en harina o ensilado, para reducir los costos de producción en las explotaciones ganaderas (3). Es una especie multifuncional con tolerancia a diversas afectaciones del suelo, entre las que se relacionan: baja fertilidad, acidez y bajos niveles de fósforo (4). Sobre todo, por la abundante biomasa que ofrece esta planta, de la que se relacionan valores de masa seca (MS) desde 14.4 hasta 30.6 t MS ha<sup>-1</sup>, definidos por la variedad (5).

Su propagación puede realizarse a través de semilla sexual y semilla vegetativa, siendo este último el método más utilizado, aunque estudios desarrollados aluden un nivel de pérdida de las estacas a causa de la humedad presente en el suelo, unido a otros factores de tipo directo e indirecto que intervienen en su establecimiento (6). De aquí se desprende la necesidad de profundizar en estudios de alternativas que posibiliten la disminución de estas pérdidas, cuando se emplea semilla agámica para la propagación de esta planta.

Entre las alternativas para el manejo sustentable en la nutrición de cultivos se encuentran los bioproductos de origen biológico con efectos benéficos como biofertilizantes y bioestimulantes que permiten el desarrollo de una agricultura rentable y ecológica (7).

Los biofertilizantes son cualquier inoculante bacteriano o fúngico aplicado a las plantas con el objetivo de aumentar la disponibilidad y utilización de nutrientes (8). Uno de los microorganismos utilizados como biofertilizantes son cepas

de hongos formadores de micorrizas arbusculares, resultado de la evolución que ha permitido a las plantas adaptarse a condiciones de estrés, tanto abióticos como bióticos, a través de una mayor capacidad de absorción de nutrientes y agua, tolerar mejor las condiciones de salinidad y de concentraciones altas de metales pesados, mejorar la estructura del suelo, incrementar la actividad biológica en la rizosfera de las plantas y participar en los ciclos del N, C y otros elementos, así como disminuir los daños ocasionados por diferentes fitopatógenos, entre otros ecoservicios. Por tanto, las micorrizas incrementan la resiliencia al sistema (9).

Por otra parte, están los bioestimulantes que hacen referencia a un concepto muy amplio, ya que se tratan de sustancias y/o microorganismos cuya función es estimular los procesos naturales que mejoran la absorción y asimilación de nutrientes, tratar el estrés abiótico o mejorar algunas de sus características agronómicas (10). Son sustancias orgánicas que se utilizan para potenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas y permitir una mayor resistencia a las condiciones de estrés biótico y abiótico. Su composición puede incluir auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico u otra fitohormona (11).

Estos productos contienen sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que, al interactuar con la planta, promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de los cultivos (12). El objetivo de su uso es conseguir cosechas de mejor calidad y dar solución a algunos de los problemas más comunes de los cultivos, como falta de humedad, poca luz, desfases de temperatura, etc., los cuales pueden provocar pérdidas en su valor comercial (10).

Sin embargo, pocos trabajos abordan el efecto de la utilización de bioproductos en la estimulación del crecimiento y en la producción de forraje de *Tithonia diversifolia*. Tomando en cuenta estos antecedentes, se realizó este estudio con el objetivo de evaluar el efecto de bioestimulantes y un hongo micorrízico arbuscular, en algunos indicadores del crecimiento y desarrollo de las plantas durante la propagación de esquejes de tithonia, en etapa de vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el invernadero del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, a los 23° 08' de latitud Norte y a los 82° 11' de longitud Oeste.

Se realizó en un sustrato compuesto por una mezcla de suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (13) y Materia Orgánica (Estiércol vacuno) en relación 3:1. Algunos de los componentes de la fertilidad química inicial del suelo, la materia orgánica y el sustrato se presentan en la [tabla 1](#).

**Tabla 1.** Componentes de la fertilidad química inicial del suelo (0 - 20 cm), la MO y el sustrato

| Tipo de Suelo    | pH               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | MO    | cmol(+) kg <sup>-1</sup> |      |      |     |
|------------------|------------------|-------------------------------|-------|--------------------------|------|------|-----|
|                  | H <sub>2</sub> O | (mg 100g <sup>-1</sup> )      | (%)   | Na                       | K    | Ca   | Mg  |
| F. R. Lixiviado  | 7,10             | 48,55                         | 3,52  | 0,06                     | 0,67 | 20,5 | 1,5 |
| Estiércol vacuno | 6,40             | 984,70                        | 26,39 | trazas                   | 0,71 | 2,0  | 0,9 |
| Sustrato 3:1     | 7,10             | 292,20                        | 8,40  | 0,03                     | 0,76 | 20,5 | 6,0 |

pH (H<sub>2</sub>O): método potenciométrico. Relación suelo - disolución 1:2,5. MO (%): Walkley-Black. P asimilable (mg 100g<sup>-1</sup>): Oniani (extracción con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1N). K asimilable (cmol(+) kg<sup>-1</sup>): Oniani (extracción con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.1N). Cationes intercambiables (cmol(+) kg<sup>-1</sup>): Maslova (Acetato de Amonio 1N, pH 7), determinación por complexometría (Ca y Mg) y por fotometría de llama (Na y K)

Se evaluaron ocho tratamientos

- Control (sin aplicación de bioproductos, imbibición de los esquejes en agua por espacio de 30 min)
- EcoMic<sup>®</sup> (inoculación a la dosis de 10 g bolsa<sup>-1</sup> en el hoyo de plantación)
- Pectimorf<sup>®</sup> (imbibición de los esquejes en el producto en estado líquido por espacio de 30 min) (PL)
- Pectimorf<sup>®</sup> (imbibición de los esquejes en el producto en estado sólido por espacio de 30 min) (PS)
- Bioenraiz<sup>®</sup> (imbibición de los esquejes en el producto por espacio de 30 min)
- EcoMic<sup>®</sup> + Pectimorf<sup>®</sup> (PL)
- EcoMic<sup>®</sup> + Pectimorf<sup>®</sup> (PS)
- EcoMic<sup>®</sup> + Bioenraiz<sup>®</sup>

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado, cada uno en 10 bolsas (1 planta bolsa<sup>-1</sup>) para un total de 80 plantas (bolsas) en el experimento. Se emplearon bolsas de 1,5 kg con sustrato compuesto por una mezcla de suelo - MO en relación 3:1.

La plantación de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray se realizó con propágulos vegetativos (esquejes) de aproximadamente 30 cm de longitud, tomados de la parte superior y media de los tallos procedentes de un campo cultivado de esta especie en el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes de Cuba.

Para la inoculación con el hongo micorrízico arbuscular (HMA) se utilizó el producto comercial EcoMic<sup>®</sup> (especie *Glomus cubense*, cepa INCAM-4), procedente de la Planta de producción de inóculo micorrízico comercial, en soporte sólido, del departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas del INCA, con una composición mínima garantizada de 20 esporas por gramo de inoculante y 50 % de colonización radical.

Para la imbibición de los bioestimulantes fueron empleados los siguientes productos comerciales: Pectimorf<sup>®</sup> en estado líquido (PL) (ácido galacturónico 58 - 61%, 10 - 20 mg L<sup>-1</sup>) y Pectimorf<sup>®</sup> en estado sólido (PS), como pasta fluida (relación sólido - solución 1:1), procedentes del departamento de Fisiología y Bioquímica vegetal del INCA, Bioenraiz<sup>®</sup> (AIA, 230 mg L<sup>-1</sup> para esquejes) procedente de Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). Para el control sin bioproductos, la imbibición se realizó en agua, con el objetivo de homogenizar con los demás tratamientos.

A los 50 días después de la plantación (ddp) se evaluaron las siguientes variables: número, largo y diámetro de las ramas, número de hojas y contenido de clorofila en ellas, estado nutricional - N, P y K (parte aérea y raíz), masa seca (parte aérea y raíz) y las variables fúngicas se evaluaron empleando la técnica de tinción de raíces (14) y la frecuencia de colonización micorrízica e intensidad de la colonización, según las metodologías descritas (15, 16).

Los datos, una vez que se comprobó la normalidad y homogeneidad de la varianza, se procesaron mediante un análisis de varianza (paquete estadístico IBM - SPSS Statistics 19 para Windows), donde se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p < 0,05$ ) para discriminar la diferencia entre las medias.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de los tratamientos en las variables de crecimiento, número, largo y diámetro de las ramas, se muestra en la tabla 2, donde solo se observan diferencias significativas para el largo y diámetro de las mismas. Todos los tratamientos con aplicación de bioproductos resultaron superiores al control, sin diferencias marcadas entre las aplicaciones simples y su combinación con la micorriza arbuscular, es de destacar que dentro de las combinaciones solo se destaca el tratamiento del EcoMic<sup>®</sup> + Bioenraiz<sup>®</sup> que si mostró diferencias con las aplicaciones simples, aunque sin diferencias con las restantes combinaciones.

El efecto de los tratamientos en el número de hojas y su contenido de clorofila (Tabla 3) mostró resultados similares, en cuanto al número de hojas, a los señalados para las variables anteriores, largo y diámetro de las ramas; no siendo así para el contenido de clorofila en hojas que solo mostró diferencias significativas con el control y no entre los tratamientos con aplicación de bioproductos, tanto en sus formas simples como combinados con el HMA.

Resultados similares fueron encontrados para el diámetro del tallo y número de hojas (17) con la imbibición en Pectimorf<sup>®</sup> o la inoculación con EcoMic<sup>®</sup> de semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, donde se mejoró la respuesta biológica de las plantas. También, con el empleo del bioestimulante Bio Track- O2 en esquejes de Vainilla, a 0,75 mL L<sup>-1</sup>, se encontró un efecto favorable sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, en cuanto al diámetro de tallo y hojas, lo que podría mejorar su propagación y establecimiento en campo (18). Otro autor,

empleando bioestimulantes, como el Yoduo y el Biozyme TF, logró incrementos en la longitud de la hoja del pasto Janeiro (19).

En la tabla 4 se observan los efectos de los tratamientos en las concentraciones de N, P y K de la biomasa aérea y radical del cultivo de la tithonia. Para la parte aérea se observaron diferencias significativas, fundamentalmente para N y P, con tendencia a alcanzar los mayores valores con las combinaciones de los bioproductos. El mejor resultado lo mostró la combinación EcoMic® + Bioenraiz® para ambos elementos. Incrementos en el N foliar han sido

encontrados en Triticales asociado con Haba con el uso de bioestimulante a base de algas marinas (20).

En cuanto al elemento K no se observaron respuestas claras de la aplicación de los bioproductos en ninguna de sus formas, incluso tienden a disminuir los valores con las combinaciones. En tal sentido, con el empleo de biofertilizantes en este cultivo, se han logrado incrementos de las concentraciones de N con respecto al tratamiento no inoculado, con los mayores efectos para la aplicación conjunta de éstos, sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas para el P y K (21).

**Tabla 2.** Efecto de los tratamientos en el número, largo y diámetro de las ramas evaluadas a los 50 ddp

| Tratamientos              | No. de ramas | Largo de las ramas |    | Diámetro de las ramas |
|---------------------------|--------------|--------------------|----|-----------------------|
|                           |              | (cm)               |    |                       |
| Control                   | 3,14         | 9,94               | c  | 0,31                  |
| EcoMic®                   | 3,00         | 43,11              | b  | 0,63                  |
| Pectimorf® (PL)           | 3,43         | 39,46              | b  | 0,60                  |
| Pectimorf® (PS)           | 2,86         | 45,86              | ab | 0,69                  |
| Bioenraiz®                | 3,29         | 42,77              | b  | 0,64                  |
| EcoMic® + Pectimorf® (PL) | 3,43         | 45,60              | ab | 0,67                  |
| EcoMic® + Pectimorf® (PS) | 3,14         | 46,19              | ab | 0,67                  |
| EcoMic® + Bioenraiz®      | 2,86         | 55,21              | a  | 0,77                  |
| X                         | 3,14         | 41,02              |    | 0,62                  |
| ES x                      | 0,31         | 4,94               | *  | 0,05                  |

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a  $p < 0,05$

**Tabla 3.** Efecto de los tratamientos en el número de hojas y clorofila en hojas (unidades spad). (50 ddp)

| Tratamientos              | No. de hojas | Clorofila |
|---------------------------|--------------|-----------|
| Control                   | 6,64         | c         |
| EcoMic®                   | 10,19        | b         |
| Pectimorf® (PL)           | 10,00        | b         |
| Pectimorf® (PS)           | 10,87        | ab        |
| Bioenraiz®                | 10,61        | b         |
| EcoMic® + Pectimorf® (PL) | 11,40        | ab        |
| EcoMic® + Pectimorf® (PS) | 11,36        | ab        |
| EcoMic® + Bioenraiz®      | 12,34        | a         |
| X                         | 10,43        |           |
| ES x                      | 0,73         | *         |

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a  $p < 0,05$

**Tabla 4.** Efecto de los tratamientos en las concentraciones de N, P y K (%). (50 ddp)

| Tratamientos              | Parte aérea |     |      | Raíz |      |    |
|---------------------------|-------------|-----|------|------|------|----|
|                           | N           | P   | K    | N    | P    | K  |
| Control                   | 1,54        | c   | 0,37 | b    | 2,65 | bc |
| EcoMic®                   | 1,99        | bc  | 0,41 | b    | 2,76 | ab |
| Pectimorf® (PL)           | 2,10        | bc  | 0,40 | b    | 2,90 | a  |
| Pectimorf® (PS)           | 1,67        | c   | 0,43 | ab   | 2,71 | bc |
| Bioenraiz®                | 2,19        | abc | 0,45 | ab   | 2,70 | bc |
| EcoMic® + Pectimorf® (PL) | 1,93        | bc  | 0,41 | b    | 2,49 | d  |
| EcoMic® + Pectimorf® (PS) | 2,45        | ab  | 0,45 | ab   | 2,59 | cd |
| EcoMic® + Bioenraiz®      | 2,81        | a   | 0,54 | a    | 2,57 | cd |
| X                         | 2,09        |     | 0,43 |      | 2,67 |    |
| ES x                      | 0,29        | *   | 0,05 | *    | 0,07 | *  |

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a  $p < 0,05$

El efecto de los bioproductos en la frecuencia e intensidad de la colonización (Tabla 5) no mostró diferencias significativas entre los tratamientos con bioproductos, solo se diferenciaron éstos del control.

En la tabla 6 donde se muestra el efecto de los bioproductos evaluados en el incremento de los rendimientos de *T. diversifolia*, expresados en masa seca, se pudo observar que con la aplicación por separado de los bioproductos hubo un aumento significativo de la masa seca aérea, destacándose los bioproductos Pectimorf® (PS) y Bioenraiz®. No obstante, de manera general, los mayores efectos se obtuvieron mediante la combinación del EcoMic® con los diferentes bioestimulantes, mostrando los mayores valores la combinación EcoMic® + Bioenraiz®.

Los resultados coinciden con los informados para este cultivo en condiciones de campo con el uso combinado de biofertilizantes, donde se lograron incrementos de los rendimientos de masa seca (21). Así también, con los obtenidos para otros cultivos como Triticales asociado con Haba con el uso de bioestimulante a base de algas marinas, donde se obtuvo mayor biomasa y forraje total (20).

Para la variable masa seca radical se observó un efecto positivo de todos los bioproductos empleados, con valores superiores al control, aunque algunos no difirieron significativamente de éste. Los resultados indican que hubo un incremento del sistema radical, estimulado por los efectos bioestimuladores de los bioproductos evaluados. Destacan con los mayores valores la aplicación del

Pectimorf® sólido y líquido, lo que coincide con lo señalado al utilizar este bioproducto en esquejes de guayaba (22).

## CONCLUSIONES

- El empleo de los diferentes bioproductos en sus formas simples mostró un efecto positivo en las variables evaluadas, con diferencias entre ellos en función del bioproducto empleado y superiores al control.
- Cuando se utilizó la combinación del HMA con los bioestimulantes los efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la *Tithonia* mostraron tendencias a ser superiores, en dependencia de los bioproductos combinados, sin diferencias muy marcadas entre dichas combinaciones, destacándose, de manera general, la combinación EcoMic® más Bioenraiz® con los mayores efectos sobre las variables evaluadas.
- En general, se observaron efectos beneficiosos del empleo de los diferentes bioproductos y algunas de sus combinaciones en este cultivo, lo que podría favorecer una producción sostenible del mismo.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. C. Alejandro B. Falcón Rodríguez, Investigador del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), por la donación del bioestimulantes Pectimorf® (líquido y sólido) y al M.Sc. Reynerio Reyes-Rouseaux por la entrega de los esquejes de *tithonia* y el producto Bioenraiz®.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos en las variables fúngicas (%). (50 ddp)

| Tratamientos              | Frecuencia de la colonización | Intensidad de la colonización |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Testigo                   | 11,00 b                       | 0,110 b                       |
| EcoMic®                   | 14,00 a                       | 0,140 a                       |
| Pectimorf® (PL)           | 13,00 a                       | 0,130 a                       |
| Pectimorf® (PS)           | 14,33 a                       | 0,143 a                       |
| Bioenraiz®                | 14,33 a                       | 0,143 a                       |
| EcoMic® + Pectimorf® (PL) | 13,67 a                       | 0,137 a                       |
| EcoMic® + Pectimorf® (PS) | 14,33 a                       | 0,143 a                       |
| EcoMic® + Bioenraiz®      | 13,67 a                       | 0,137 a                       |
| X                         | 13,54                         | 0,14                          |
| ES x                      | 0,85 *                        | 0,01 *                        |

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a  $p < 0,05$

Tabla 6. Efecto de los tratamientos en la masa seca (g planta<sup>-1</sup>). (50 ddp)

| Tratamientos              | MS aérea | MS raíz |
|---------------------------|----------|---------|
| Control                   | 2,23 d   | 0,84 b  |
| EcoMic®                   | 8,27 bc  | 1,68 ab |
| Pectimorf® (PL)           | 7,19 c   | 2,04 a  |
| Pectimorf® (PS)           | 10,54 a  | 2,42 a  |
| Bioenraiz®                | 9,67 ab  | 1,65 ab |
| EcoMic® + Pectimorf® (PL) | 9,66 ab  | 1,86 a  |
| EcoMic® + Pectimorf® (PS) | 10,24 ab | 1,61 ab |
| EcoMic® + Bioenraiz®      | 10,81 a  | 2,00 a  |
| X                         | 8,58     | 1,76    |
| ES x                      | 1,00 *   | 0,41 *  |

Medias con letras comunes en una misma columna no difieren significativamente a  $p < 0,05$

## BIBLIOGRAFÍA

- Cardona, J. L.; MahechaLedesma, L.; Angulo, J. Efecto sobre la fermentación in vitro de mezclas de *Tithonia diversifolia*, *Cenchrus clandestinum* y grasas poliinsaturadas. *Agronomía Mesoamericana*. 2017;28(2):405-426. <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v28i2.25697>.
- Paniagua, L. D.; Arias, L. M.; Alpizar, A.; Castillo, M. Á.; Camacho, María I.; Padilla, J. E.; Campos, M.; Campos, M. Efecto de la densidad de siembra y edad de rebrote en la producción y composición bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. 2020;43(4):275-283. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-0394202000040275](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-0394202000040275).
- Londoño, C.; Mahecha, L.; Angulo, J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2019;11(1):28-41. DOI: <http://doi.org/10.24188/recia.v11.n1.2019.693>.
- dos Santos Silva, A.M.; Santos, M.V.; da Silva, L.D.; dos Santos, J.B.; Ferreira, E.A.; Santos, L.D.T. Effects of irrigation and nitrogen fertilization rates on yield, agronomic efficiency and morphophysiology in *Tithonia diversifolia*. *Agricultural Water Management*. 2021;248:106782. Available from: <http://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782>.
- Guatusmal, C.; Escobar, L.D.; Meneses, D.H.; Cardona, J.L.; Castro, E. Production and quality of *Tithonia diversifolia* and *Sambucus nigra* high andean colombian tropic. *Agronomy Mesoamerican*, 2020;31(1):193–208. ISSN 2215-3608, doi: <http://doi.org/10.15517/am.v31i1.36677>.
- González, D.; Ruiz, T. E.; Díaz, H. Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2013; 47(4):425-429. Available from: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=193029815017>.
- Tamayo, Y.; Juárez, P.; Capdevila, W.; Lescaille, J.; Terry, Elein. Bioproductos en el crecimiento y rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L. var. Delicia 364. *Terra Latinoamericana Número Especial* 2020;38(3):667-678. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.672>.
- Demagnet, R. Uso de bioestimulantes en el cultivo de Maíz para ensilaje y Remolacha forrajera. *Empresas IANSA* 10 de septiembre de 2020. Available from: [https://praderasypasturas.com/documentos/115.-Bioestimulantes/2020.09.10-Charla\\_Aminoplus.pdf](https://praderasypasturas.com/documentos/115.-Bioestimulantes/2020.09.10-Charla_Aminoplus.pdf).
- Rivera, R.; Fernández, F.; Ruíz, L.; González, P.J.; Rodríguez, Y.; Pérez, E.; et al. Manejo, integración y beneficios del biofertilizante micorrízico EcoMic® en la producción agrícola. Ediciones INCA, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. 2020. 155 p. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340223155\\_Manejo\\_integracion\\_y\\_beneficios\\_del\\_biofertilizante\\_micorrizico\\_EcoMicR\\_en\\_la\\_produccion\\_agricola](https://www.researchgate.net/publication/340223155_Manejo_integracion_y_beneficios_del_biofertilizante_micorrizico_EcoMicR_en_la_produccion_agricola).
- Certis. Noticias y actualidad agrícola. ¿Qué es un Bioestimulante? ¿Cómo puede mejorar la calidad de tu cosecha? 06/04/2021. Revisado: 25 de agosto de 2022. Available from: <https://www.certiseurope.es/news>
- Morales, C. G. Manual de manejo agronómico de la frutilla. Capítulo 6. Uso de bioestimulantes. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA / N° 17 INIA - INDAP, Santiago, Chile, 2017. ISSN 0717 – 4829. <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/17%20Manual%20Frutilla.pdf>
- San Juan, Ana N.; Guevara, Yusmila; Gómez, Eulalia; Delgado, Grizel; Dopico, Daisy; Díaz de Villegas, María E.; Pérez, Marlyn; León, Vivian; Michelena, Georgina; Bell, A.; Estupiñan, S.; Montero L. LOS BIOPRODUCTOS. ResearchGate. Capítulo 17. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/346816607>.
- Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D.; Castro, N. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión 2015. *Cultivos Tropicales*. 2019;40(1): e15. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1504>
- Rodríguez, Y.; Arias, L.; Medina, A.; Mujica, Y.; Medina, L.R.; Fernández, K.; Mena, A. Alternativa de la técnica de tinción para determinar la colonización micorrízica. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(2):18-21. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1706/3385>
- Trouvelot, A.; Kough, J.; Gianinazzi-Pearson, V. Mesure du taux de Mycorrhization VA d'un Systeme Radiculaire. Recherche de Methodes d'Estimation Ayantune Fonctionnelle. En: *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae* (1:1985, 1 – 5 de Julio: Paris. p. 217–222). Proceedings of the 1st European Symposium on Mycorrhizae. Dijon, Francia. CNRS - INRA: 1986. 832 p. Available from: <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=8758731>
- Herrera-Peraza RA, Furrzola E, Ferrer RL, Valle RF, Arias YT. Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest, Sierra del Rosario, Cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas [Internet]*. 2004;35(2):113–23. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181226079010.pdf>
- Rizo, Maritza; Morales, D.; Sánchez, Tania; López, O.; Olivera, Yuseika; Benítez, M. A.; Ruz, F. Influencia del EcoMic® y el Pectimor® en el establecimiento de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 2018;41(3):183-188. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158218004>.
- Zarate, J.D. Efectos de la aplicación de Bioestimulantes en el pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*) en la zona de Babahoyo. Trabajo de Titulación de Ingeniera Agrónoma. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo - Los Ríos – Ecuador. 2020. 32 pp. Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7980>
- Aquino-Zacarías, V.C; Azabache-Leyton, A.A; Gómez-Villanes, N.I; Jiménez-Dávalos, J; Pinedo-Taco, R. Efecto de un bioestimulante en el rendimiento de forraje de triticale (*x Triticosecale*) en siembra escalonada asociada con haba (*Vicia faba*). *Tropical and Subtropical*

- Agroecosystems. 2022;25(126):1-13. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/363287284\\_EFE\\_CTO\\_DE\\_UN\\_BIOESTIMULANTE\\_EN\\_EL\\_RENDIMIENTO\\_DE\\_FORRAJE\\_DE\\_TRITICALE\\_x\\_Triticosecale\\_EN\\_SIEMBRA\\_ESCALONADA\\_ASOCIADA\\_CON\\_HABA\\_Vicia\\_faba](https://www.researchgate.net/publication/363287284_EFE_CTO_DE_UN_BIOESTIMULANTE_EN_EL_RENDIMIENTO_DE_FORRAJE_DE_TRITICALE_x_Triticosecale_EN_SIEMBRA_ESCALONADA_ASOCIADA_CON_HABA_Vicia_faba)
20. Parismoreno, Laura; López, Heidy.; Litardo, Reina; Pérez, Iris. Efecto de bioestimulantes sobre el crecimiento de la *Vainilla tahitensis* en Daule, Ecuador. *Ecociencia*. 2021;8(6):25-38. Available from: <https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.570>.
21. Méndez, S.; González, P. J.; Reyes, R.; Ramírez, J. F. Biofertilización con *Azospirillum brasilense* y *Rhizoglyphus irregulare* en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). *Pastos y Forrajes*. 2022;45:eE8. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942022000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942022000100008)
22. Pérez J, Aranguren M, Luzbet R, Reynaldo IM, Rodríguez J. Aportes a la producción intensiva de plantas de guayabo (*Psidium guajava* L.) a partir de esquejes en los viveros comerciales. *CitriFrut*. 2013;30(2):11-16. Available from: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Aportes+a+la+producci%C3%B3n+intensiva+de+plantas+de+guayabo+%28Psidium+guajava+l.%29+a+partir+de+esquejes+en+los+viveros+comerciales.+CitriFrut.+2013%3B30%28%29%3A11-16&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Aportes+a+la+producci%C3%B3n+intensiva+de+plantas+de+guayabo+%28Psidium+guajava+l.%29+a+partir+de+esquejes+en+los+viveros+comerciales.+CitriFrut.+2013%3B30%28%29%3A11-16&btnG=)