



APLICACIÓN COMBINADA DE MICORRIZA Y FITOMAS-E EN PLANTAS DE *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (MAJAGUA)

Combined application of mycorrhizal on FitoMas-E in plants of *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua)

Emir Falcón Oconor✉, Orfelina Rodríguez Leyva y Yuris Rodríguez Matos

ABSTRACT. The work was done with the objective of evaluating the combined application of mycorrhizal and FitoMas-E about the quality of the specie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua) developed in nursery until plantation on a typical Red Ferralitic soil. Four treatments were studied in nursery and plantation establishing a completely aleatory design and in the phase of nursery and in the phase of plantation an experimental design of randomized blocks and four replications was established too. The treatments were: T₁- control, T₂- FitoMas-E, T₃- Mycorrhizal and T₄- Mycorrhizal+FitoMas-E. It was used the strain *Glomus cubense* (INCAM-4) to reason 10 g planta⁻¹ direct form and FitoMas-E to reason 5 mL⁻¹ of water. It was obtained that the combined use of Mycorrhizal+FitoMas-E (T₄) allows obtaining better results in the morphological stages as well as the morphological indexes in nursery and plantations: height, collar diameter root, leaf area, as well as morphological indexes (Aerial Part/Radical Part relation, Slenderness, Dickson Index and Vigor Index). In general, this work showed that the combined application of phytostimulant FitoMas-E with an efficient AMF improves crop development and better economic response.

Key words: majagua, nursery, plantation

RESUMEN. El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación conjunta de micorriza y FitoMas-E sobre la calidad de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua) desarrollada desde vivero hasta plantación sobre un suelo Ferralítico Rojo típico. Se estudiaron cuatro tratamientos tanto en vivero como en plantación, para su análisis, en la fase de vivero se estableció un diseño completamente aleatorio y en la fase de plantación un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas. Los tratamientos estudiados fueron: T₁- Testigo, T₂- FitoMas-E, T₃- Micorriza y T₄- Micorriza+FitoMas-E. Se aplicó la cepa *Glomus cubense* (INCAM-4) a razón de 10 g planta⁻¹ de forma directa y FitoMas-E a razón de 5 mL⁻¹ de agua. Se obtuvo como resultado que el empleo combinado de micorriza más FitoMas-E (T₄) permite obtener los mayores incrementos en las variables morfológicas evaluadas, tanto en vivero como en plantación: altura, diámetro del cuello de la raíz, área foliar; así como los índices morfológicos (Relación Parte Aérea/Parte Radical, Esbeltez, Índice de Dickson e Índice de vigor). De forma general la aplicación conjunta del fitoestimulante FitoMas-E con una cepa eficiente de HMA incrementan el desarrollo y se obtiene una mejor respuesta económica.

Palabras clave: majagua, vivero, plantación

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la madera debe obtenerse de plantaciones y en períodos de tala más cortos que los aplicados, por lo que cualquier técnica que permita reducir la permanencia del árbol en el campo es bienvenida, no solo para satisfacer la demanda por el producto, sino también para reducir la presión que pesa sobre el bosque (1).

El programa cubano de reforestación, desarrollado en los últimos 50 años, ha permitido que la superficie cubierta de bosques alcance el 27,27 % del territorio nacional y para finales del año 2015 debe extenderse sobre el 29 % (2).

Entre las especies más utilizadas en los planes de reforestación a nivel nacional y específicamente en la provincia Guantánamo hasta el 2020^A, se encuentra la *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua) la cual se distingue en el sistema de producción por su alto valor económico y los múltiples usos que tiene la madera por su belleza y gran durabilidad, considerada como madera preciosa (3).

Con vistas a satisfacer las demandas de consumo y producción de la especie, es un reto buscar alternativas en la propagación del cultivo en la provincia, en función de lograr mayor calidad y sobrevivencia de las posturas,

Universidad de Guantánamo, ave. Ernesto Che Guevara, km 1 ½ carretera a Jamaica. Reparto San Justo, Guantánamo, Cuba.

✉ emirfalconoconor@gmail.com

^A Silot, A. Efecto de la aplicación de micorriza y FitoMas-E en los parámetros morfológicos y fisiológicos de la especie *Swietenia mahagoni* en vivero [Tesis de Ingeniería], Facultad Agroforestal de Montaña, Guantánamo, 2012, 57 p.

teniendo en cuenta que el 75 % de la superficie de la provincia es montañoso (4) y son precisamente estas áreas las dedicadas a la actividad forestal.

Una de las alternativas es el empleo de bioproductos, siendo uno de ellos los biofertilizantes producidos con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), asociación simbiótica que existe entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas superiores, donde ambos simbiontes se benefician (5, 6); además del bioestimulante FitoMas-E al que se le atribuyen propiedades estimuladoras de varios procesos fisiológicos de las plantas y de tener acción antiestrés^B. Sin embargo, en Cuba existen pocos reportes científicos publicados sobre el efecto producido por el FitoMas-E en el cultivo de la Majagua combinado con una cepa eficiente de HMA (7).

Tomando en consideración los antecedentes expuestos, el presente trabajo tuvo como objetivo conocer el efecto de la aplicación combinada de micorriza y FitoMas-E sobre la calidad de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua) desarrollada en vivero y en plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en áreas de la Unidad Básica de Producción Cooperativa "Eraldo Martínez Quiroga" perteneciente a la Empresa Agropecuaria del Coco, municipio Baracoa, provincia Guantánamo, en dos momentos, vivero y plantación.

En la etapa de vivero se utilizó bolsas de polietileno (15 x 20 cm), agrupadas en canteros de 1 m de ancho por 4 m de largo; en cada bolsa fueron sembradas semillas de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua), obtenidas de la nave semillera de la Empresa Forestal Integral Baracoa, analizadas en el Instituto de Investigaciones Agroforestal de Baracoa.

La etapa de plantación se realizó de forma manual en horas de la mañana del mismo día de sacadas del vivero, teniendo en cuenta la Norma de Empresa de la Agricultura 4304-15:87. Plantación de posturas forestales y proceso.

El suelo utilizado en ambas etapas fue Ferralítico Rojo típico (8) sus características químicas se presentan en la Tabla I.

De forma general el suelo se puede agrupar en de fertilidad media y de bajos contenidos de K, Ca, Mg intercambiables, al igual que el Na. Con respecto al contenido de P₂O₅ está evaluado de muy bajo y K₂O de muy alto.

Tabla I. Característica del suelo utilizado en el experimento.

pH		Ca	Mg cmol kg ⁻¹	K	Na	M.O %	P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹	K ₂ O
H ₂ O	ClK							
7,2	6,5	2,7	1,40	0,23	0,57	2,75	0,80	10,83

^B Montano, R. *FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental*, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba, 2008, 35 p.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de las precipitaciones en la estación meteorológica más cercana al área donde se realizó el experimento. De forma general se puede observar que las precipitaciones están por encima de los 100 mm en casi todos los meses del año, cuestión esta que constituye la tipicidad en el régimen pluviométrico en esta zona.

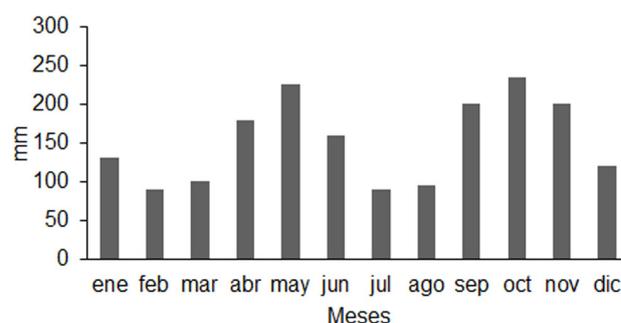


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones mensuales en la estación meteorológica más cercana a los sitios experimentales (Jamal, Baracoa, Guantánamo).

Para la siembra de las semillas se utilizaron marcadores con el objetivo de que estas sean puestas a la misma profundidad, de forma tal que queden recubiertas de suelo, dos veces el tamaño de la semilla (9).

A las plantas se les aplicó las atenciones culturales fundamentales: riego, escarde, limpia de pasillo, rastrillo de pasillo, conteo de supervivencia y entresaca de postura (9).

Los tratamientos se conformaron de igual manera en la fase de vivero y de plantación, para su análisis, en la fase de vivero se estableció un diseño completamente aleatorio y en la fase de plantación un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas de 15 plantas cada una. Quedando conformados de la siguiente forma:

- T₁ - Sin aplicación de productos biológicos en vivero y plantación (Testigo)
- T₂ - FitoMas-E en vivero y plantación
- T₃ - Micorriza en vivero y plantación
- T₄ - Micorriza + FitoMas-E en vivero y plantación

En la conformación de los tratamientos se aplicó 10 g del biofertilizante EcoMic® debajo de la semilla en el momento de la siembra, compuesto por la especie *Glomus cubense*, INCAM-4 (10), procedente del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con una calidad de 20 esporas gramo⁻¹ de suelo para un 50 % de colonización radical.

Se aplicó por aspersión FitoMas-E, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) a razón de 5 mL⁻¹ por litro de agua en la parte foliar utilizando una mochila de 12 litros de capacidad. La aplicación de este producto se realizó a los cinco días después de germinadas las semillas en vivero y en plantación a los 10 días de trasplantadas.

Se aplicó como materia orgánica estiércol vacuno, descompuesto a razón 7:1 (siete partes de suelo por una de materia orgánica). Esta mezcla se molinó y se tamizó con una malla de 2 mm al inicio del experimento. El suelo se depositó en una plataforma de cemento y se le adicionó la cantidad de materia orgánica necesaria para formular las dosis deseadas, posteriormente se voltearon varias veces para homogenizarlas.

De cada tratamiento en vivero se evaluaron 25 plantas, evitando el efecto de borde y criterios establecidos por otros autores (3, 11).

A los 90 días después de la germinación, se evaluaron las variables morfológicas: altura de la planta (cm) mediante medición directa con una regla graduada, desde la base del tallo hasta el ápice de las plantas; el diámetro del tallo (mm) medido a partir de un centímetro del cuello de la raíz con un pie de rey con precisión de 0,05; el área foliar (cm²) mediante el método gravimétrico (12), a partir de las dimensiones lineales de las hojas y de acuerdo a la siguiente fórmula: $AF \text{ (cm}^2\text{)} = \text{largo (cm)} \times \text{ancho (cm)} \times Fc$, donde Fc es el factor de corrección; el índice de esbeltez a partir de la división entre altura y diámetro; (H/D): relación parte aérea-parte radical (RPA/RPR) mediante la división entre la masa seca aérea (tallo, hojas) y la masa seca radical; para el índice de vigor (IV), se utilizó la siguiente fórmula $IV = \text{Log } \Sigma$ (de todas las variables morfológicas) y el Índice de calidad de Dickson (Qi) se determinó por la siguiente expresión: $Qi = \text{PST}/(\text{Esbeltez} + \text{RPA/RPR})$.

En la etapa de plantación se evaluaron 15 plantas con cuatro réplicas. Los muestreos se realizaron a los 12 y 16 meses después de plantadas, se determinó altura total de las plantas (m) y altura hasta la copa (m), ambas por el método ocular; diámetro del tallo (cm) medido con un pie de rey; índice de esbeltez a partir de la división entre altura y diámetro (H/D) y el porcentaje de sobrevivencia se determinó mediante la siguiente fórmula: $\% \text{ sobrevivencia} = \text{Pv}/(\text{Pv} + \text{Pm}) \times 100$ donde Pv- las plantas vivas y Pm- plantas muertas.

Los resultados se evaluaron por análisis de varianza de clasificación doble y las medias se compararon según la Prueba de Duncan para una $p \leq 0,05$. Para todos los análisis realizados se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus 5.1 (13).

VALORACIÓN ECONÓMICA

Para realizar la valoración económica se partió de la carta tecnológica de vivero con su ficha de costo^c, que contempla los diferentes componentes económicos como gastos de materiales y salario en acondicionamiento y preparación de tierra, transportación de materia orgánica, costo del HMA y FitoMas-E, preparación de mezcla, canteros, bolsas, atenciones silviculturales y otros, gastos indirectos y pérdidas por afectaciones en el proceso productivo (10 %).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dinámica del crecimiento durante la etapa de vivero.

En la Figura 2 se observa la dinámica de crecimiento en altura, para plántulas de Majagua en los diferentes tratamientos estudiados en la etapa de vivero. Se observa la presencia de tres fases:

1. de establecimiento, con un tiempo de duración cerca de los 40 días después de la siembra
2. de crecimiento rápido, con una duración de 40 días aproximadamente, posterior a la fase de establecimiento
3. endurecimiento, comienza a los 80 días aproximadamente después de la siembra

Las plantas alcanzaron similares incrementos en altura en los cuatro tratamientos, identificándose las tres fases en el desarrollo de las plántulas forestales, aunque las cultivadas en el tratamiento cuatro, correspondiente a la combinación micorriza + FitoMas-E, alcanzaron los mayores valores, estando en correspondencia con los beneficios proporcionados por el hongo y el bioestimulante.

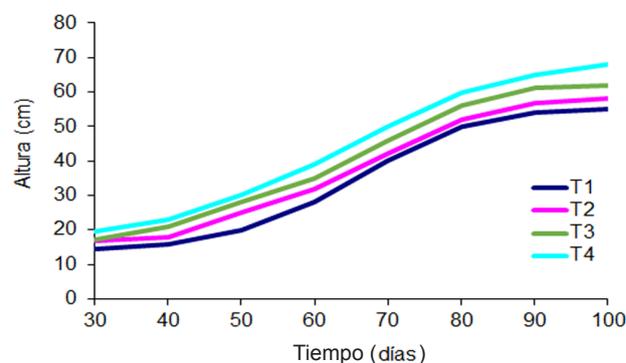


Figura 2. Esquema de las fases de crecimiento en la etapa de vivero obtenido para plántulas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (n=25 plantas por tratamientos).

^c Suros, E. *Determinación de costo tecnológico de las actividades forestales*, Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba, 2007, 65 p.

En otros trabajos se han reportado dinámicas de crecimiento similares que demuestran que a los 90 días las plántulas comienzan a disminuir su avance e incrementan el crecimiento diamétrico y la producción de materia seca, promoviendo un mayor endurecimiento (3).

La duración tan prologada de la fase de crecimiento rápido está muy vinculada con los beneficios proporcionados por el hongo al absorber mayor cantidad de nutrientes del suelo y agua, permitiéndole a las posturas, mayor crecimiento y desarrollo (14). También el FitoMas-E desempeñó un papel importante, debido a su carácter fitoestimulador y su efectividad para propiciar el crecimiento de bacterias (15).

Al analizar los resultados en la Tabla II, se evidenció como tendencia, que el empleo combinado de micorriza y FitoMas-E presentó los mayores resultados en las variables altura y diámetro, seguido del tratamiento con aplicación de micorriza, aunque en la variable área foliar no existió diferencia significativa entre los tratamientos 2 y 3.

Estos resultados se deben a la acción individual o conjunta de los componentes del bioestimulante y la acción del hongo, que facilita la absorción de nutrientes por las plantas (14).

Un aspecto importante a señalar es que en ausencia del tratamiento combinado, se puede aplicar de forma individual ambos productos al obtener resultados superiores a la aplicación de suelo mezclado con materia orgánica (estiércol vacuno), aun cuando el estiércol es, ante todo, una fuente importante de nitrógeno, también tiene otros micro-elementos necesarios para el buen crecimiento de las plantas (1).

El hecho de encontrar una mayor superficie foliar en los tratamientos que contaron con la presencia de las alternativas biológicas facilita la interceptación y la fijación de la energía luminosa, que posibilita un aumento en el traslado de sustancias asimilables, de lo contrario, una no adecuada formación en la superficie foliar de las plantas, conlleva a una reducción importante de los procesos asimilativos, fundamentalmente la fotosíntesis (16).

La aplicación de productos biológicos permite que la planta sea más tolerante a los factores de estrés, sequía, desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, exceso de viento, entre otros (12).

Relacionado con lo anterior, se han obtenido resultados que confirman lo informado por otros autores, donde encontraron que el área foliar fue mayor cuando se empleó micorriza combinada con FitoMas-E. La combinación de micorriza y FitoMas-E aplicados en el desarrollo de la planta, está motivada por el incremento en la absorción del fósforo a través de la asociación simbiótica que existe entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas superiores (17); esto permite que las plantas sean más resistentes a diferentes cambios adversos que puedan existir en el ecosistema.

Por todo lo antes expuesto es importante para los viveristas que producen plantines forestales, que reconozcan el hecho de trabajar con micorrizas y FitoMas-E, ya que pueden lograr posturas bien desarrolladas, en menos tiempo y con menos bajas potenciales^D.

En la Tabla III se observa el comportamiento de los índices morfológicos, de manera que los mejores valores se obtienen con la combinación (micorriza+FitoMas-E) representada por el tratamiento 4.

En el caso de la relación parte aérea/parte radical (RPA/RPR), los mejores valores fueron obtenidos en el tratamiento 4, por presentar las menores medias, al tener valores inferiores de relación PA/PR indican una capacidad mayor para superar el momento crítico del arraigo. El intervalo de valores recomendados por diferentes autores es muy amplia; depende de múltiples circunstancias; se aconseja valores entre 1,5 y 2 para esta relación ya que a menor valor, más favorecida está la absorción de agua frente a las pérdidas, lo cual es una condición para las zonas secas, lo que indica una mayor capacidad para superar el momento crítico del arraigo (11).

En relación con la esbeltez (H/D), índice de calidad de Dickson (QI) e índice de vigor los mejores resultados fueron obtenidos en presencia de la combinación de ambos productos (T4), con las mayores medias, de lo que se infiere que son plantas que presentan mayor resistencia mecánica durante las operaciones de plantación o fuertes vientos y que por una parte el desarrollo total de la planta es grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical están equilibradas.

^DJordá, A. *Las ventajas del uso de Micorrizas en la producción de plantines forestales* [en línea], 2009, [Consultado: 5 de enero de 2013], Disponible en: <<http://la-pagina.de/micorrizalaj/>>.

Tabla II. Efecto de la micorriza y FitoMas-E sobre el crecimiento de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell. cultivada en vivero.

Tratamientos		Altura (cm)	Diámetro (cm)	Área foliar (cm ²)
1	Testigo	53,15 d	5,95 d	100,10 c
2	FitoMas-E	56,75 c	6,12 c	127,07 b
3	Micorriza	61,10 b	6,35 b	112,45 b
4	Micorriza + FitoMas-E	64,85 a	6,75 a	137,05 a
E.S		0,65*	0,006*	0,91*

* Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan ($p < 0,05$).

En el Índice de vigor, aunque no existe diferencia significativa, el mayor valor se encontró en el tratamiento 4 (T₄), de manera que la aplicación de las alternativas en estudio no solo favorecen el crecimiento y desarrollo, sino que son plantas robustas capaces de soportar situaciones adversas.

Es importante plantear que el hongo utilizó los productos del metabolismo de la planta para realizar sus funciones y, a su vez, le retribuyó a esta con el incremento en la absorción y traslocación de nutrientes necesarios para realizar sus funciones vitales (18), así también el FitoMas-E contiene entre sus componentes carbohidratos y aminoácidos, que una vez en la planta, pueden derivar en síntesis de auxina y compuestos nutritivos, suficientes para lograr una respuesta vegetal eficiente en términos de desarrollo (19).

Además, la aplicación de cepas eficientes de HMA mejora la absorción y el aprovechamiento de los nutrientes por las plantas y contribuyen a hacer un uso racional de los fertilizantes, así como en el vigor y el estado sanitario de las plantas (20).

En la Tabla IV se observa el análisis de los parámetros morfológicos en la Majagua a los 12 y 16 meses de plantadas, donde el tratamiento 4 (micorriza + FitoMas-E) resultó ser el más eficiente en ambas etapas de desarrollo, siendo proporcional a los resultados obtenidos durante la etapa de vivero, en la que este mismo tratamiento evidenció los mejores resultados.

La micorriza en el mundo forestal ofrece un producto de alta calidad, con más posibilidades de sobrevivencia, además aporta diferentes beneficios: aumento de la vigorosidad de la parte aérea, disminución de las fallas de germinación, mejor adaptabilidad y vigorosidad (21).

El seguimiento de las especies inoculadas desde el vivero, ha demostrado que las mismas tengan mejor adaptación al medio, ya que el HMA actúa de forma eficiente donde existe bajo contenido de materia orgánica y le permite a la especie intensificar los procesos fisiológicos, con un mejor desarrollo de los parámetros morfológicos.

En la Figura 3, concierne a la sobrevivencia de la especie a los 16 meses de plantadas, se muestra que el tratamiento 4 (Micorriza + FitoMas-E) es el que presentó el mejor resultado con 99 % de plantas vivas.

Estos resultados corresponden a las indicaciones del Servicio Estatal Forestal, al demostrar que la supervivencia es un parámetro importante en la evaluación de las especies en condiciones experimentales, donde el uso de productos biológicos en los viveros y en plantación son de gran importancia^E.

Los valores de sobrevivencia se pueden considerar altos aun en el tratamiento testigo, el cual está por encima de 85 %, valor que establece el Servicio Estatal Forestal para la certificación de una plantación. Resultado que puede estar relacionado con las condiciones climáticas del área de estudio (Figura 1), donde las precipitaciones están por encima de los 100 mm casi todo el año, lo que favorece su adaptabilidad por habitar en lugares húmedos de los montes semicaducifolios, pluvisilvas y pluvisilvas de montaña, estas últimas formaciones solo representadas en Baracoa (4). Además el contenido de materia orgánica del suelo es evaluado de medio (Tabla I), lo que favorece el desarrollo de la especie.

^E Linares, E. *Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales*, [06], Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2005, 94 p.

Tabla III. Efecto de la micorriza y FitoMas-E en los índices morfológicos de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell, al final del vivero.

Tratamientos		RPA/RPR	H/D	QI	IV
1	Testigo	2,39 d	8,93 d	3,50 d	2,22
2	FitoMas-E	2,36 c	9,27 c	3,57 c	2,28
3	Micorriza	2,15 b	9,38 b	3,62 b	2,30
4	Micorriza + FitoMas-E	1,97 a	9,57 a	3,79 a	2,34
E.S		0,002*	0,003*	0,002*	-

* Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (p<0,05).

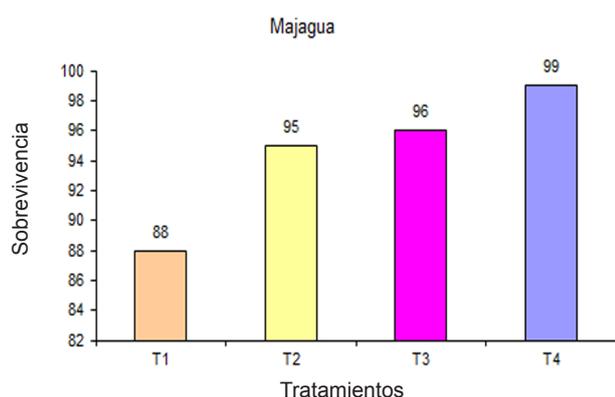
RPA/RPR: Relación Parte Aérea/Parte Radical; H/D: Índice de esbeltez; QI: Índice de Dickson; IV: índice de vigor.

Tabla IV. Efecto de la micorriza y FitoMas-E sobre el crecimiento de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell, evaluada a los 12 y 16 meses de plantadas.

Tratamientos	Ht (m)		Hc (m)		Dcr (cm)		H/D		
	12 meses	16 meses	12 meses	16 meses	12 meses	16 meses	12 meses	16 meses	
1	Testigo	0,88 d	1,18 d	0,30 d	0,55 c	1,25 d	1,05 d	0,70 c	1,12 d
2	FitoMas-E	1,05 c	1,39 c	0,37 c	0,76 b	1,40 c	1,18 c	0,75 b	1,18 c
3	Micorriza	1,39 b	1,94 b	0,36 b	1,01 b	1,70 b	1,55 b	0,81 b	1,25 b
4	Micorriza + FitoMas-E	1,58 a	2,27 a	0,55 a	1,44 a	1,75 a	1,70 a	0,90 a	1,34 a
E.S		0,103*	0,138*	0,067*	0,084*	0,131*	0,118*	0,057*	0,052*

* Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (p<0,05).

Ht: altura total; Hc: altura hasta la copa; Dcr: diámetro del cuello de la raíz; H/D: índice de esbeltez.



Tratamientos: T₁- Sin aplicación de productos (Testigo); T₂- FitoMas-E; T₃ - Micorriza; T₄ - Micorriza + FitoMas-E.

Figura 3. Por ciento de sobrevivencia de la especie a los 16 meses de plantadas.

Con todo esto se demuestra, una vez más, la importancia de la aplicación conjunta de biofertilizantes y estimulantes para provocar efectos positivos en los cultivos (22), de manera que en la propagación de esta especie en la provincia haya cambios positivos y significativos, en función de lograr mayor calidad y sobrevivencia de las posturas con vista a aumentar la satisfacción de las demandas de consumo y producción de los cultivos existentes hasta el momento.

Se evidenció la efectividad micorrízica de la cepa utilizada en el crecimiento y desarrollo de las plantas de majagua, aspecto que está relacionado con la efectividad de esta cepa en este tipo de suelo ya descrita anteriormente (20).

En otros trabajos se ha informado que la principal forma de cuantificar la efectividad micorrízica es mediante la evaluación de la respuesta de la planta hospedera en su crecimiento (23).

Lo anterior confirma lo obtenido por algunos autores^F (22, 24, 25) quienes informan resultados satisfactorios en las variables morfológicas y el porcentaje de sobrevivencia cuando se empleó micorriza y FitoMas-E en otras especies perennes.

En la actualidad, los biofertilizantes y bioestimuladores constituyen medios económicamente viables y ecológicamente aceptables para reducir la aplicación de fertilizantes químicos en los agroecosistemas y mejorar la calidad de las plantas, mediante la utilización de microorganismos del suelo (26).

VALORACIÓN ECONÓMICA

Un aspecto importante en la actividad forestal es la valoración económica (Tabla V), donde se observan los gastos sin y con aplicación de micorriza y FitoMas-E; se destaca que con la aplicación combinada de micorriza y FitoMas-E disminuyeron significativamente los gastos en 2 568,09 pesos con respecto al testigo.

En esta valoración se tuvo en cuenta la disminución en cuanto a las atenciones silviculturales que se desarrollaron con la combinación de los productos, ya que las plantas alcanzaron mayor crecimiento y desarrollo, lo que trajo consigo una reducción de fuerza de trabajo que repercute en el decrecimiento de los gastos por concepto de fuerza de trabajo y salario.

Los tratamientos donde se aplicaron los bioproductos de forma individual los gastos fueron menores que en el testigo, aun cuando los gastos por conceptos de materias primas y materiales fueron mayores. Esto justifica las ventajas que brindan estas enmiendas para el crecimiento y desarrollo de esta especie.

Los resultados económicos indican que con la aplicación de micorrizas en este tipo de suelo, se pueden producir posturas de óptima calidad, superiores a las producidas mediante la norma técnica (7:1), reduciéndose considerablemente los volúmenes de materia orgánica a utilizar y el tiempo de estancia en vivero, transformándose todo esto en ahorro y calidad de la posturas.

CONCLUSIONES

- ♦ Se encontró respuesta positiva de la Majagua a la inoculación de HMA y FitoMas-E.
- ♦ Los mejores resultados en los parámetros e índices morfológicos, se obtuvieron con la combinación micorriza más FitoMas-E (T4), en vivero y en plantación. Este resultado indica la factibilidad económica del empleo de la inoculación micorrízica y el bioestimulante FitoMas-E.

^F Rodríguez, Y. *Estrategia de diversificación de la producción en el sistema agroforestal de la empresa café y cacao «Yateras»*. Guantánamo [Tesis de Doctorado], Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río, Cuba, 2010, 149 p.

Tabla V. Comportamiento del impacto económico hasta el primer mantenimiento.

CONCEPTOS	UM	T 1	T 2	T 3	T 4
Materias Primas y Materiales	Pesos	3 090,50	3 160,50	3 110,50	3 400,50
Combustibles	Pesos	200	200	200	150
Gastos de Fuerza de Trabajo	Pesos	7 179,21	6 888,69	6 640,27	4 583,96
Total de Gastos Directos	Pesos	10 469,71	10 249,19	9 950,77	8 134,46
Gastos Indirectos	Pesos	1 046,971	1 024,919	995,077	813,446
Gasto Total	Pesos	11 516,68	11 274,11	10 945,85	8 947,91

Tratamientos: T₁- Sin aplicación de productos (Testigo); T₂ - FitoMas-E; T₃ - Micorriza; T₄ - Micorriza + FitoMas-E.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, A. y Raigosa, J. *Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales* [en línea], edit. Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas, San José, Costa Rica, 2010, p. 415, ISBN 978-84-92774-97-5, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3203186>>.
2. Mercadet, P.A.; Albert, P.D.; Rodríguez, C.G. y Pérez, C.J. *Bosques de Cuba. Parte 1* [en línea], (eds. Garrido, R.N. y Ferrales, A.C.), Suplemento Especial, edit. Academia, La Habana, Cuba, 2007, p. 16, ISBN 978-959-270-112-0, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://www.medioambiente.cu/download/BosquesParte1.pdf>>.
3. Sotolongo, S.R. *Fomento Forestal* [en línea], edit. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2009, p. 287, ISBN 978-959-07-1294-4, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<http://www.libreonline.com/cuba/libros/16693/rogelio-sotolongo-sopedra/fomento-forestal.html>>.
4. Aldana, E.; del Río, P.; Lores, Y.; García, Y.; del Río, P. y others "Estudio preliminar del comportamiento de los índices dendrométricos de *Andira inermis* (SW) H: B: K. en bosques pluvisilvas y pluvisilvas de montaña de la EFI Baracoa, Provincia Guantánamo, Cuba", *Revista Forestal Baracoa*, vol. 29, 2010, p. 11, ISSN 2078-7235.
5. Kim, K.; Yim, W.; Trivedi, P.; Madhaiyan, M.; Boruah, H.P.D.; Islam, M.R.; Lee, G. y Sa, T. "Synergistic effects of inoculating arbuscular mycorrhizal fungi and *Methylobacterium oryzae* strains on growth and nutrient uptake of red pepper (*Capsicum annuum* L.)", *Plant and Soil*, vol. 327, no. 1-2, 28 de julio de 2009, pp. 429-440, ISSN 0032-079X, 1573-5036, DOI 10.1007/s11104-009-0072-4.
6. Mujica, P.Y.; Medina, B.N. y Pons, B.M. *Efectividad de la inoculación líquida de HMA en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en suelo Ferralítico* [en línea], edit. Académica Española, España, 2011, p. 84, ISBN 978-3-8443-3983-3, [Consultado: 15 de junio de 2015], Disponible en: <<https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8443-3983-3/efectividad-de-la-inoculaci%C3%83%C2%B3n-l%C3%83%C2%ADquida-de-hma-en-el-cultivo-del-tomate>>.
7. Rodríguez, Y.; Álvarez, P.; Riera, M.; Telo, L. y Jay, O. "Efectos de la aplicación de productos biológicos a la especie *Albizia cubana* Britton", *Revista Baracoa*, vol. 3, no. 2, 2011, pp. 43-50, ISSN 0138-6441.
8. Hernández, A.; Pérez, J.; Bosch, D. y Castro, N. *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*, edit. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba, 2015, p. 93, ISBN 978-959-7023-77-7.
9. Álvarez, P. *Silvicultura*, 3.^a ed., edit. Félix Varela, La Habana, Cuba, 2006, p. 170, ISBN 959-07-0153-1.
10. Rodríguez, Y.; Dalpé, Y.; Séguin, S.; Fernández, K.; Fernández, F. y Rivera, R.A. "*Glomus cubense* sp. nov., an arbuscular mycorrhizal fungus from Cuba", *Mycotaxon*, vol. 118, no. 1, 5 de enero de 2012, pp. 337-347, ISSN 2154-8889, DOI 10.5248/118.337.
11. Cobas, M.; González, E.; Sotolongo, R.; Castillo, I.; García, I. y Medina, M. "Evaluación del estado nutritivo de *Hibiscus elatus* sw. (Majagua) al final del cultivo en vivero", *Revista Forestal Baracoa*, vol. 26, no. 2, 2007, p. 2, ISSN 2078-7235.
12. Rodríguez, Y.; Riera, M.; Álvarez, P.; Rodríguez, V. y López, R. "Efectos de la aplicación de dos productos biológicos en especies forestales, en condiciones de vivero", *V Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales. Pinar de Río. Cuba*, Pinar de Río, Cuba, 2008, p. 10, ISBN 978-959-16-0655-6.
13. Statistical Graphics Crop STATGRAPHICS® Plus [en línea], versión 5.1, [Windows], 2000, (ser. Profesional), Disponible en: <<http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>>.
14. Falcón, O.E.; Riera Nelson, M.C. y Rodríguez Leyva, O. "Efecto de la inoculación de hongos micorrizógenos sobre la producción de posturas forestales en dos tipos de suelos", *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2013, pp. 32-39, ISSN 0258-5936.
15. Martínez-Viera, R.; Dibut, B. y Yoania, R. "Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta", *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 3, septiembre de 2010, ISSN 0258-5936, [Consultado: 19 de junio de 2015], Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362010000300009&lng=es&nrm=iso&tIng=es>.
16. Azcón-Aguilar, C. y Barea, J.M. "Interactions between mycorrhizal fungi and other rhizosphere microorganisms", en: Allen, M., *Mycorrhizal Functioning: An Integrative Plant-Fungal Process*, edit. Springer Science & Business Media, 1992, pp. 17-21, ISBN 978-0-412-01891-6.
17. Pentón, G.; Reynaldo, I.; Martín, G.J.; Rivera, R. y Oropesa, K. "Uso del EcoMic® y el producto bioactivo Pectimorf® en el establecimiento de dos especies forrajeras", *Pastos y Forrajes*, vol. 34, no. 3, septiembre de 2011, pp. 281-294, ISSN 0864-0394.
18. González, P.J.; Rivera, R.; Arzola, J.; Morgan, O. y Ramírez, J.F. "Efecto de la inoculación de la cepa de hongo micorrízico arbuscular *Glomus hoi-like* en la respuesta de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II (CIAT 36087) a la fertilización orgánica y nitrogenada", *Cultivos Tropicales*, vol. 32, no. 4, diciembre de 2011, pp. 05-12, ISSN 0258-5936.
19. Lino, B. "Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la concentración y efecto de microorganismos rizosféricos de interés agrícola", *Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, edit. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba, 2008, ISBN 978-959-16-0953-3.

20. Martín, A.G.M. y Rivera, E.R.A. *Micorrizas, abonos verdes y fertilización nitrogenada en el maíz. Opciones para el manejo integrado de la nutrición del cultivo* [en línea], edit. Académica Española, 2011, p. 168, ISBN 978-3-8443-3854-6, [Consultado: 19 de junio de 2015], Disponible en: <<https://www.eae-publishing.com/catalog/details/store/es/book/978-3-8443-3854-6/micorrizas,-abonos-verdes-y-fertilizaci%C3%83%C2%B3n-nitrogenada-en-el-ma%C3%83%C2%ADz>>.
21. Hernández, C.W. y Salas, E. "La inoculación con *Glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatro especies forestales en vivero y campo", *Agronomía Costarricense*, vol. 33, no. 1, 2009, pp. 17-30, ISSN 0377-9424.
22. Ramos, H.L.; Reyna, G.Y.; Lescaille, A.J.; Telo, C.L.; Arozarena, D.N.J.; Ramírez, P.M. y Martín, A.G.M. "Hongos micorrízicos arbusculares, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* y FitoMas-E: una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidium guajava*, L. var. Enana Roja cubana", *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 1, marzo de 2013, pp. 05-10, ISSN 0258-5936.
23. Rivera, R. "Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de cafeto sobre suelos Fersialíticos Rojos Lixiviados", *Cultivos Tropicales*, vol. 31, no. 3, septiembre de 2010, ISSN 0258-5936, [Consultado: 19 de junio de 2015], Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362010000300007&lng=es&nrm=iso&tlng=es>.
24. Cuesta, I.; Rengifo, E. y Pérez, M. "Influencia de diferentes dosis de *Glomus mosseae* sobre plántulas de *Cedrela odorata*", *4to Congreso Forestal de Cuba*, Palacio de las Convenciones, La Habana, Cuba, 2007, p. 3, ISBN 978-959-282-048-7.
25. Falcón, O.E.; Riera, N.M.C. y Rodríguez, L.O. "Efecto de la aplicación de micorrizas arbusculares sobre la producción de posturas de Caoba antillana (*Swietenia mahagoni* L. Jacq)", *Hombre, Ciencia y Tecnología*, vol. 14, no. 4, 12 de julio de 2011, ISSN 1028-0871, [Consultado: 19 de junio de 2015], Disponible en: <<http://cienciagtmo.idict.cu/index.php/http/article/view/177>>.
26. Vallino, M.; Greppi, D.; Novero, M.; Bonfante, P. y Lupotto, E. "Rice root colonisation by mycorrhizal and endophytic fungi in aerobic soil", *Annals of Applied Biology*, vol. 154, no. 2, 1 de abril de 2009, pp. 195-204, ISSN 1744-7348, DOI 10.1111/j.1744-7348.2008.00286.x.

Recibido: 13 de septiembre de 2014

Aceptado: 6 junio de 2015

¿Cómo citar?

Falcón Oconor, E.; Rodríguez Leyva, O. y Rodríguez Matos, Y. "Aplicación combinada de micorriza y FitoMas-E en plantas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua)" [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 35-42. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.