

USO DE BIOPRODUCTOS CUBANOS EN LA PRODUCCIÓN DE POSTURAS DE *MELIA AZEDARACH*

Zulma Natalí Cruz Perez¹, Jesús Rodríguez Cabello, Katherine Natalí Gamboa Cárdenas²,
Pedro Rodríguez Hernández¹

1. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba* zulma@inca.edu.cu

2. *Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, Cuba*

Es conocido que la obtención de posturas de especies forestales de calidad que garanticen su supervivencia después del trasplante, son limitantes en la forestación y reforestación en la mayoría de los países a nivel mundial, y Cuba no es la excepción. Al respecto, se plantea, que en la estrategia de vivero debe tenerse en cuenta la utilización de bioproductos como alternativa, pues estos métodos sostenibles basados en principios agroecológicos como el uso de biofertilizantes y productos bioactivos para el crecimiento, está adquiriendo un especial relieve. De ahí que el objetivo general del presente trabajo, estuvo encaminado a mejorar la calidad de la posturas en la especie forestal maderable *Melia azedarach* var. *Sempervirens* Hort (Paraíso), mediante alternativas sostenibles basadas en la aplicación de bioproductos ecológicos disponibles en Cuba. Para ello se comparó el efecto de cinco alternativas en postura crecidas sobre dos sustratos compuestos por humus de lombriz al 25%, procedente de dos fuentes de estiércol. Se profundizó en el comportamiento de indicadores fisiológicos del crecimiento y desarrollo de las plántulas. Se concluyó que la inoculación con la cepa de *Glomus hoi-like* y la imbibición de la semilla con hidrolizados de quitosana, benefician el crecimiento y desarrollo de las plántulas, por otra parte se apreció que las fuentes de humus de lombriz empleadas al 25% en el sustrato, no provocaron cambios significativos en el crecimiento y desarrollo de las posturas. Se demostró además, que no hubo alteraciones en la eficiencia del aparato fotosintético de las plantas.

Palabras clave: humus de lombriz, *Glomus hoi-like*, hidrolizados de quitosana

INTRODUCCIÓN

El archipiélago cubano exhibe una de las floras más interesantes del mundo, destacándose tanto por su diversidad con más de 6700 especies, como por su representatividad ((Alain, 1952; Cejas, 1995) Citado por Betancourt (2000)).

A pesar de que las especies vegetales nativas son de primordial interés, las exóticas introducidas no resultan menos interesantes, estas constituyen en muchos países, el núcleo fundamental de su producción (Betancourt, 2000).

En estudios realizados por Montagnini et al. (2006), se ha comprobado que la mayor parte de las especies forestales y frutales existentes son exóticas, formando plantaciones compactas y aisladas de árboles nativos e introducidos, mayormente en la época colonial.

No obstante, las aspiraciones del gobierno cubano para el futuro es llegar al 27% (3,08 millones de hectáreas), para lo cual la base es el árbol, de ahí que conocerlo profundamente es la mejor vía para obtener éxitos en los planes de forestación y reforestación, así como en los programas de conservación de los bosques naturales existentes, viveros, proyectos de certificación forestal, etc. (Linares, 2007).

Para lograr tal propósito en Cuba se han recomendado un grupo de especies de rápido crecimiento y de valor económico. Una de las especies seleccionadas es el Paraíso (*Melia azedarach* var. *Sempervirens* Hort), originaria del continente asiático y cultivada con gran éxito en numerosos países tropicales y subtropicales de todos los continentes por su rápido y madera.

Es conocido que la germinación errática de las semillas y la obtención de posturas de especies forestales de baja calidad que garanticen su supervivencia después del trasplante, son

limitantes en la forestación y reforestación en la mayoría de los países a nivel mundial, por lo que las atenciones en la fase de vivero son de suma importancia (Montagnini et al, 2006).

Al respecto, Jiménez (2007) plantea, que en la estrategia de vivero debe tenerse en cuenta la utilización de bioproductos como alternativa, pues estos métodos sostenibles basados en principios agroecológicos como el uso de biofertilizantes y productos bioactivos para el crecimiento, está adquiriendo un especial relieve.

En los últimos años se han venido empleando alternativas biológicas generalmente asociadas a la aplicación de la materia orgánica, con el objetivo de disminuir el uso de los fertilizantes minerales y contribuir a deteriorar en menor cuantía el ecosistema, para lo cual se han utilizado hongos micorrizogenos así como otros microorganismos, como los más frecuentes en Cuba se encuentran: *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, solubilizadores de fosforo como la *Fosforina*, bioestimuladores del crecimiento (Fernández et al., 2001).

Los resultados del manejo de estos bioproductos están sustentados sobre la base de una agricultura ecológica, la cual en su concepto no suprime totalmente la utilización de fertilizantes químicos, sino que rechaza a aquellos que dañan al medio y para los que no lo hacen, prescribe su utilización racional combinada de los recursos presentes en los agroecosistemas, de manera que todo confluya hacia la conservación del ecosistema (Altieri y Nicholls, 1999).

Por otra parte, se plantean que el lombricomposto actúa como biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción (Infoagro, 2006). Atendiendo a todo lo antes planteado, se formuló como objetivo general: Mejorar la calidad de la posturas en la especie forestal maderable *Melia azedarach* var. *Sempervirens* Hort (Paraíso), mediante alternativas sostenibles basadas en la aplicación de bioproductos ecológicos disponibles en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con la finalidad de dar respuesta al objetivo propuesto, se realizó un experimento con posturas de paraíso (*Melia azedarach*). Se utilizó la variedad *Sempervirens*, dada la estabilidad de su potencial productivo. Las plántulas crecieron en el vivero La Escalera de la Granja Equina ubicada en las Lomas Escaleras de Jaruco, Provincia La Habana

La siembra se realizó de forma directa colocándose una semilla en dos nichos por cada envase. Los envases empleados fueron bolsas de polietileno negro de 980 cm³ de capacidad y de 20cm de altura. Se utilizó un total de 70 bolsas por tratamientos, las cuales se ubicaron en canteros de 0.50 metros de ancho y cuatro metros de largo. Con anterioridad se comprobó que las semillas superaban el 90% de germinación mediante una prueba en placas Petri con papel de filtro humedecido a temperatura constante de 28 °G.

Se compararon dos sustratos, los cuales estaban compuestos por un suelo Ferralítico Rojo compactado, que se corresponde con un suelo Nitisol Ródico Eútrico según Hernández et al., (1999) (World Reference Base), combinado con dos fuentes de humus de lombriz en la relación 3:1 v/v. Una de las fuentes de humus de lombriz fue procedente de estiércol equino y la otra de estiércol vacuno.

En el experimento también se evaluaron los tratamientos con diferentes bioproductos. Para el establecimiento de los tratamientos, se procedió a inhibir semillas en agua común a temperatura ambiente, o con el bioproducto durante 24 horas antes de sembrarlas, mientras que la Quitosana se aplicó en las bolsas en el momento de la siembra. Por su parte, la inoculación con la cepa de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se realizó en el momento de la siembra colocando el inóculo certificado debajo de las semillas.

La cepa de HMA estudiada correspondió al inóculo certificado perteneciente al Cepario del Dpto. Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas del INCA y fue: *Glomus hoi-like* (Gerdemann & Trappe, emend. Walker & Koske).

Los tratamientos se distribuyeron mediante un Diseño Completamente Aleatorizado (Tabla I) bajo arreglo bifactorial (2x6) y los factores estudiados fueron los bioproductos y las fuentes de humus de lombriz en el sustrato y se definieron de la forma siguiente:

Tabla 1.- Tratamientos del Experimento.

TRATAMIENTOS	FACTOR I	FACTOR II	Dosis
	H. de lombriz	Bioproductos	
1. HLE (Control)	Equino	Control	Agua destilada
2. HLV (Control)	Vacuno	Control	Agua destilada
3. HLE+HMA	Equino	HMA	4 gramos*bolsa ⁻¹
4. HLV+HMA	Vacuno	HMA	4 gramos*bolsa ⁻¹
5. HLE+CPQ	Equino	Complejo Quitina-Proteína	2 gramos*bolsa ⁻¹
6. HLV+CPQ	Vacuno	Complejo Quitina-Proteína	2 gramos*bolsa ⁻¹
7. HLE+Q	Equino	Hidrolizados de Quitosana	0.125 mg*L ⁻¹
8. HLV+Q	Vacuno	Hidrolizados de Quitosana	0.125 mg*L ⁻¹
9. HLE+Biobras-16	Equino	Biobras-16.	10 ppm
10.HLV+Biobras-16	Vacuno	Biobras-16	10 ppm
11.HLE+Pertimof	Equino	Mezcla de Oligogalacturonidos	10 ppm
12.HLV+Pertimof	Vacuno	Mezcla de Oligogalacturonidos	10 ppm

Las plántulas se regaron diariamente de forma manual de acuerdo a los requerimientos del cultivo, así como, escardes sistemáticos para mantener las bolsas libres de plantas indeseables. El raleo de las posturas se efectuó dejando dos plántula por recipiente. No se aplicaron pesticidas.

Evaluaciones Realizadas.

Porcentaje de germinación. Fueron seleccionadas las 40 bolsas centrales de cada tratamiento para eliminar los efectos de borde y se evaluó germinación de las semillas a las dos, cuatro y seis semana de la siembra directa.

Índices del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Se tomaron al azar ocho plantas de las bolsas centrales de cada tratamiento por muestreos y se procedió con las evaluaciones de las variables fisiológicas relacionadas con el crecimiento y desarrollo a los 8, 29, 50 y 71 días de germinadas las semillas.

Diámetro de del tallo, altura de la planta, número de hoja, biomasa seca de hojas, tallo, raíz y total.

Área foliar hoja. Para la determinación del área foliar por hojas se determinó en tres hojas por plantas, y en las ocho plantas de cada tratamiento. Se procedió a realizar la estimación de la superficie foliar mediante una técnica de procesamiento de la imagen de las hojas de las plantas. Para ello, se plasmó en una hoja de papel de grosor uniforme la imagen (área) de la superficie de cada hoja. Posterior se hizo el recorte minucioso con tijera de la parte considerada como superficie foliar y se pesó el área del papel (imagen de hoja de planta). Luego se calculó la superficie que representaba. Se partió de la base, que el área y el peso total del papel eran conocidos y permitía realizar el despeje de la superficie desconocida (Superficie foliar de la hoja).

La (SFH) se determinó mediante la siguiente expresión:

SFH= (STP x MSHp)/ (MTP) donde:

SFH.- Superficie foliar de la hoja expresada en cm².

STP.- Superficie total del papel en cm².

MTP.- Masa total del papel en (g).

MSHp.- Masa de la superficie del papel que representa la imagen de la hoja de la planta (g).

Superficie foliar total: La superficie foliar por planta fue el resultado de producto del área foliar por hojas y el número de hojas por plantas.

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) y la Tasa de Asimilación Neta (TAN): A partir de la superficie foliar estimada por planta, la biomasa seca y de acuerdo con Beadle, (1993) se calcularon los indicadores tasa de crecimiento relativo (TCR), y la tasa de asimilación neta (TAN), utilizando las expresiones siguientes:

$$TCR = (\ln M_2/M_1) / (t_2-t_1) \text{ expresadas en: g. g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$$

$$TAN = [(M_2 - M_1) / (SF_2 - SF_1)] [(\ln SF_2 / SF_1) / (t_2 - t_1)] \text{ expresadas en mg dm}^2 \text{ día}^{-1}$$

Donde:

M_1 y M_2 – Masa seca total al inicio y final.

SF_1 y SF_2 – Superficie foliar al inicio y final.

t_1 y t_2 – Tiempo al inicio y final.

Análisis Estadístico.

Los resultados obtenidos se procesaron mediante un Análisis Factorial para determinar la interacción entre factores analizados. A los indicadores donde hubo diferencias entre los tratamientos, se le aplicó la Prueba de Comparación de Rangos Múltiples de Duncan, con $p \leq 0.05\%$, utilizando el programa estadístico SPSS 11.5 para Windows.

RESULTADOS

Análisis Factorial.

El análisis factorial (Tabla 2) demostró que había interacción en la germinación, por lo que las respuestas de las plantas a las diferentes fuentes de humus de lombriz no estaría condicionada por el bioproducto utilizado. Por su parte, los valores obtenidos al analizar los indicadores del crecimiento y desarrollo demostró, que si existía interacción entre los factores para los indicadores diámetro del tallo y la masa seca de las hojas, por lo que se compararon los 12 tratamientos entre sí según la Prueba de Comparación de Rangos Múltiples de Duncan para facilitar la interpretación de los resultados.

Tabla 2.- Resultados del análisis factorial de la germinación a las cuatro semanas de la siembra y de los indicadores del crecimiento y desarrollo al final de la fase de vivero de las plántulas (71 días).

Factor	Índice % G.	Indicadores de Crecimiento						
					Masa Seca			
		D.T	L.R	A.P	Raíz	Tallo	Hoja	Total
Humus	0.008***	0.745n.s	0.535n.s	0.562 n.s	0.582n.s	0.263n.s	0.535n.s	0.220n.s
Productos	0.001***	0.0015***	0.001***	0.000***	0.002***	0.000***	0.000***	0.000***
Humus* Productos	0.067n.s	0.016*	0.223n.s	0.220n.s	0.338n.s	0.546n.s	0.029*	0.261n.s

El análisis factorial realizado en los indicadores Superficie Foliar por Hojas, N° de Hojas por Planta, Superficie Foliar de la Planta, Tasa de Asimilación Neta y Tasa de Crecimiento Relativo en el último muestreo evaluado. Se demostró que no había interacción entre los dos factores.

De forma general los resultados obtenidos en la mayoría de las variables de crecimiento y desarrollo de las plantas indicaron al no presentar interacción, por lo que quedo demostrado que la eficiencia de las fuentes de humus no estaba en dependencia de bioproductos aplicado a las plantas. Es de destacar que al comparar los bioproductos empleados fueron encontradas diferencias significativas las cuales serán presentadas en detalle en forma grafica con las respectivas comparaciones entre los tratamientos.

Germinación.

En la figura 1, se puede apreciar que la germinación desde un inicio mostró diferencia entre los tratamientos, las semillas que se encontraban en el sustrato con humus de lombriz equino reflejan un ligero incremento en la velocidad de germinación que se mantuvo hasta las seis semanas.

Respecto al efecto de los bioproductos se pudo apreciar que a las cuatro semanas de la siembra los tratamientos con hidrolizados de quitosana fueron los de mayor velocidad de

germinación. También se pudo apreciar que en la mayoría de los tratamientos la germinación superó el 85% en el período comprendido entre la cuarta y sexta semana de la siembra, lo que indica que las semillas de esta especie además de tener una viabilidad alta, tiene una mayor velocidad de germinación que otras especies forestales maderables.

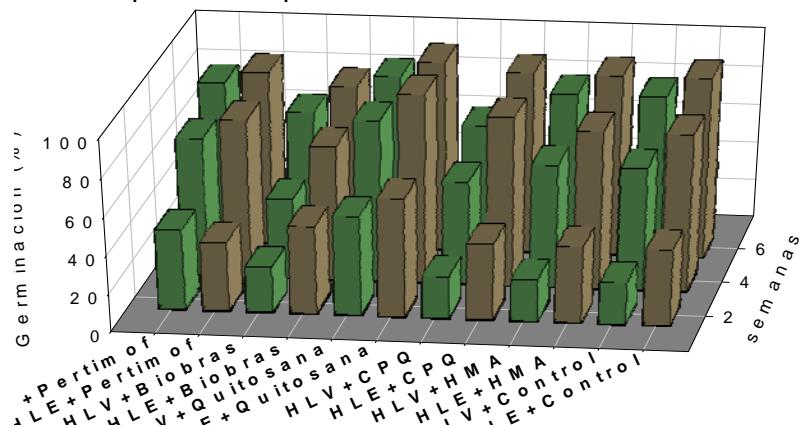


Figura 1.- Porcentaje de germinación en las evaluaciones realizadas a las dos, cuatro y seis semanas de la siembra.

Diámetro de del tallo.

El diámetro del tallo no se vio afectado por las fuentes de humus de lombriz utilizadas en el sustrato. Por su parte el efecto de los bioproductos si mostró diferencias significativas en el comportamiento de las plantas. Es de destacar que en todos los casos los tratamientos superan a los controles (tratamiento 1 y 2), y dentro de los tratamientos con mejores resultados se destacaron los tratamientos con micorrizas (HMA). (Datos sin mostrar)

Altura de la planta

En la evaluación realizada a los 71, las evidencia del potencial de los bioproductos para incrementar la altura de la planta estaba bien definida, se apreció como el tratamiento con hidrolizados de quitosanas continuaba entre los mejores sin que se encontraran diferencias con el tratamiento con HMV, el cual había alcanzado valores similares, demostrándose así la antigua teoría de que las micorrizas muestran su potencialidades una vez que está bien establecida la infección, pues en las primeras etapas el hongo tiene una fase parásita respecto a la planta, pero una vez superada esta etapa que es de aproximadamente 30 días, entonces las repuestas beneficiosas de la simbiosis comienzan a expresarse tal y como ha sucedido en el presente experimento (figura 2).

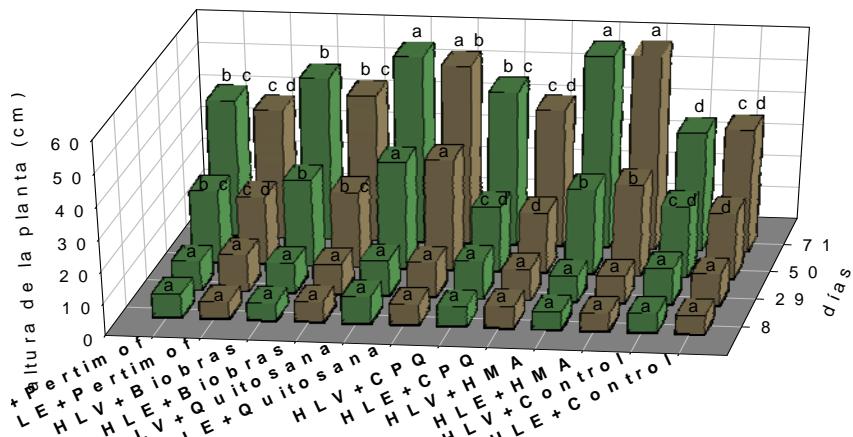


Figura 2.- Altura de las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Número de hojas

Las plantas que presentaron el mayor número de hojas (figura 3), fueron las del tratamiento con micorrizas y con hidrolizados de quitosana, en ambos casos los resultados duplicaban al control, también el tratamiento con brasinosteroide (Biobras-16) mostró resultados interesantes igualando a los tratamientos con micorrizas y con hidrolizados de quitosana, lo que indica que el uso de brasinosteroideos también podría ser una buena alternativa para producir posturas de forestales.

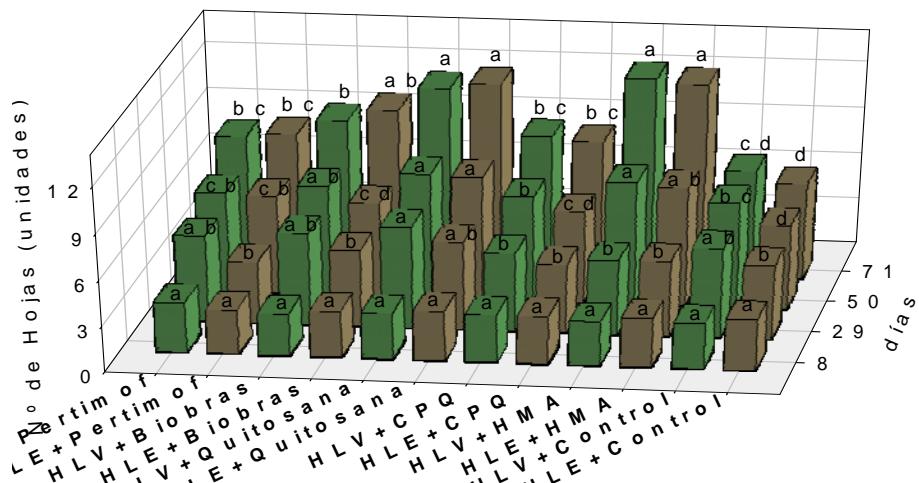


Figura 3. Número de hojas las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Masa seca de las hojas, tallo, raíz y total.

Al analizar la influencia de los tratamientos en relación a la biomasa Masa seca de las hojas (Figura 4), se encontró que no existían diferencias entre las plantas respecto a las fuentes de humus empleadas, resultado que ha venido corroborando el comportamiento expresado en los anteriores indicadores evaluados.

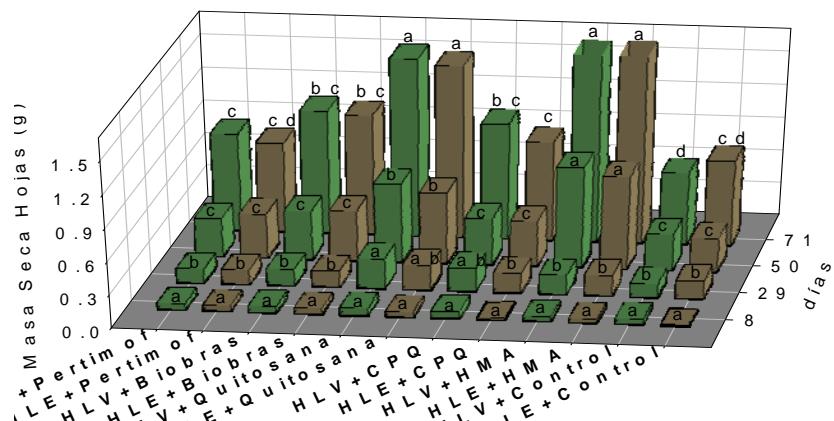


Figura 4. Masa seca de las hojas de las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

En cuanto a las respuestas de las plántulas a los biopruductos empleados se pudo observar diferencias significativas a partir del segundo muestreo realizado (27 días). A partir del tercer muestreo estas diferencias se incrementaron con los valores mayores en los tratamientos con micorrizas y los tratamientos con hidrolizados de quitosanas, (3. HLE+HMA, 4. HLV+HMA, 7. HLE+Q, 8. HLV+Q), y a medida que se mantuvieron las plántulas el vivero estas diferencias se

incrementaron respecto lo demás tratamientos (71 día). De forma general también se pudo encontrar que el tratamiento con brasinosteroides superaba ligeramente al control cuando el sustrato empleado era el humus de lombriz vacuno (2. HLV).

Masa seca tallo

Es de destacar que en la masa seca del tallo (Figura 5) las plantas respondieron de forma muy similar en los dos sustratos utilizados, mientras que las respuestas de las plántulas a los bioproductos aplicados s fue bien diferenciadas, a los 50 días de germinadas las semillas ya se encontraba una marcada definición en las potencialidades que presentaban las micorrizas y los hidrolizados de quitosanas en la producción de biomasa. Al igual que en el indicador biomasa de las hojas, la biomasa del tallo también duplicaba los valores del control, lo que indica que el efecto de estos tratamientos en las plantas se veía reflejado en sus diferentes órganos. Por su parte el tratamiento con pectimorf fue el que presentó los menores valores con resultados similares al control.

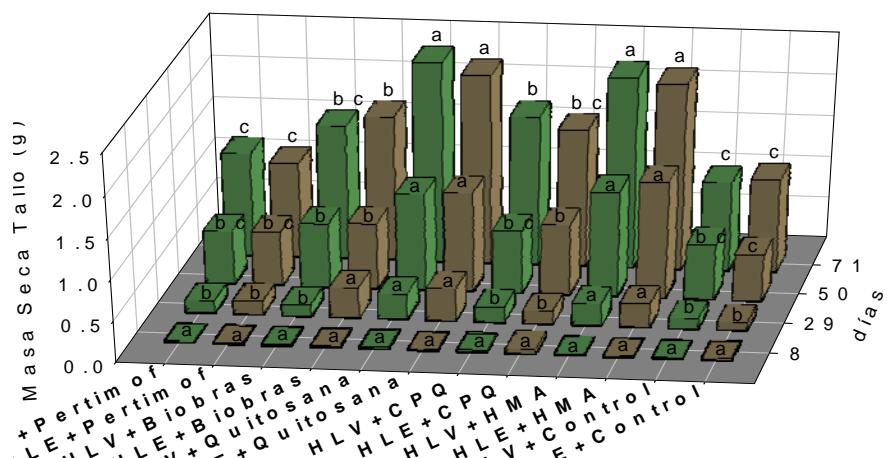


Figura 5. Masa seca del tallo de las plántulas de “Paraíso” medida a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Masa seca raíz

La masa seca de las raíces al final del periodo (71 día), las plantas controles y las del tratamiento con el complejo quitina proteína fueron las que menor producción de masa seca de la raíces presentaron con valores similares entre ellas. El resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos, indicando resultados diferentes a la mayoría de los índices del crecimiento evaluado (datos sin mostrar).

Masa seca total

Los resultados encontrados en la producción de masa seca total (figura 6) demuestran que las plántulas tenían un comportamiento similar en los dos sustratos empleados, y que las diferencia solo estuvieron dada por los bioproductos comparados, tal y como se ha venido demostrando con anterioridad. Los tratamientos con micorrizas y con hidrolizados de quitosanas, (3. HLE+HMA, 4. HLV+HMA, 7. HLE+Q, 8. HLV+Q), demostraron su efecto sobre el mejor desarrollo de las posturas, lo que coincide con lo encontrado en los indicadores altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas, respuestas que no dejan dudas de la posibilidad de utilizar estos productos para mejorar la calidad de las posturas, o poder realizar el transplante en un menor tiempo posible y asegurar que en las condiciones de Cuba se pueda asegurar un buen aprovechamiento de la época lluviosa aun cuando se realicen vivero medios tardíos como fue el caso de este experimento.

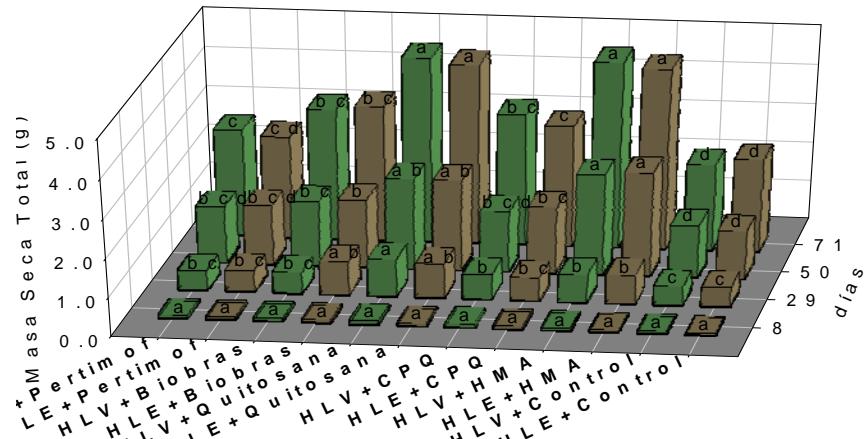


Figura 6. Masa Seca Total de las plántulas de “Paraíso” medida a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Es de resaltar que los tratamientos con bioproductos siempre superó a los tratamientos del control, lo que indica que en sentido general todas las alternativas empleadas pueden aportar de forma significativa al incremento en la producción de biomasa en las plántulas de paraíso en su fase de vivero.

Estos resultados de la masa seca total y de los diferentes órganos, nos indica una vez más la necesidad de continuar trabajando alternativas biológicas que sean efectivas si queremos lograr un incremento de la calidad de las posturas garantizando su supervivencia al transplante, pues como es conocido para el establecimiento de una plantación de calidad es necesario partir desde la producción de posturas en el vivero.

Área foliar de las hoja

En la figura 7, se puede apreciar el comportamiento del área foliar por hoja en los diferentes muestreos realizados, con claridad se observa que este órgano prácticamente no sufrió modificaciones en su tamaño medio, solamente se encontraron ligeras diferencias a los 71 días de la germinación de la semillas, en este caso el control y el tratamiento con Pectimorf (1.HLE, 2.HLE, 11.HLE+Pertimof, 12.HLV+Pertimof) fueron los que mostraron los menores resultados.

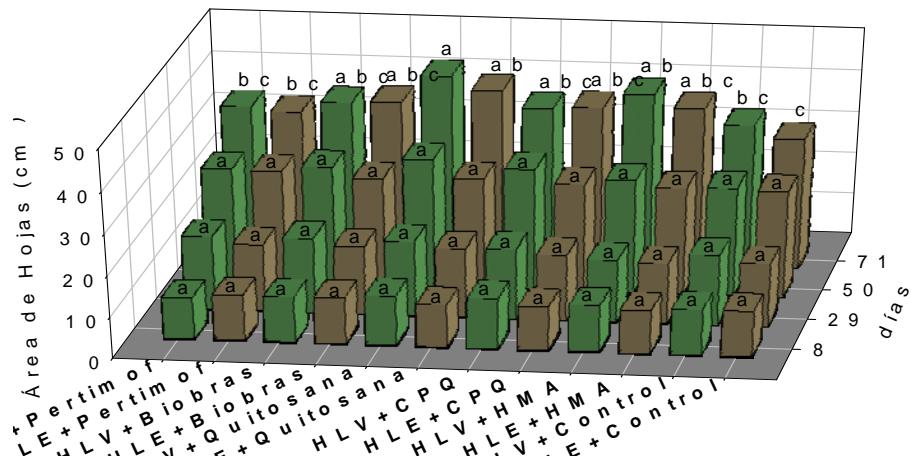


Figura 7. Área foliar de las hojas de las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Superficie foliar total

La superficie foliar fue otro de los indicadores que manifestaron marcadas diferencias entre los tratamientos (Figura 8). Desde el segundo muestreo realizado ya en las plantas se notaban las diferencias por el efecto de los tratamientos, pero no es hasta el muestreo final que se define con claridad el efecto de los bioproductos empleados. En cuanto a los sustratos no se encontraron aportes significativos que los diferenciaran. Por su parte las diferencias entre los bioproductos fueron altamente significativas, destacándose de forma evidente los tratamientos con micorrizas y con hidrolizados de quitosanas, con los mayores valores.

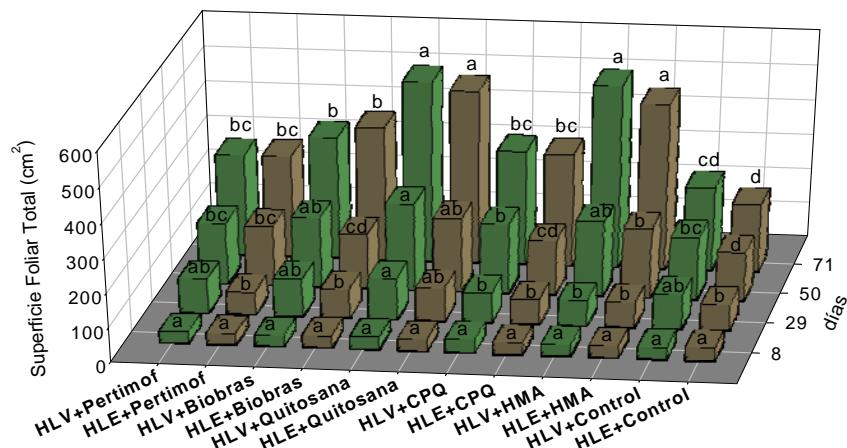


Figura 8. Superficie foliar total de las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) y la Tasa de Asimilación Neta (TAN).

En las figuras 9 se puede observar el comportamiento de la variables Tasa de Crecimiento Relativo. Al analizar la Tasa de Asimilación Neta se pudo observar que no hubo un comportamiento diferenciado entre ninguno de los bioproductos aplicados (datos sin mostrar).

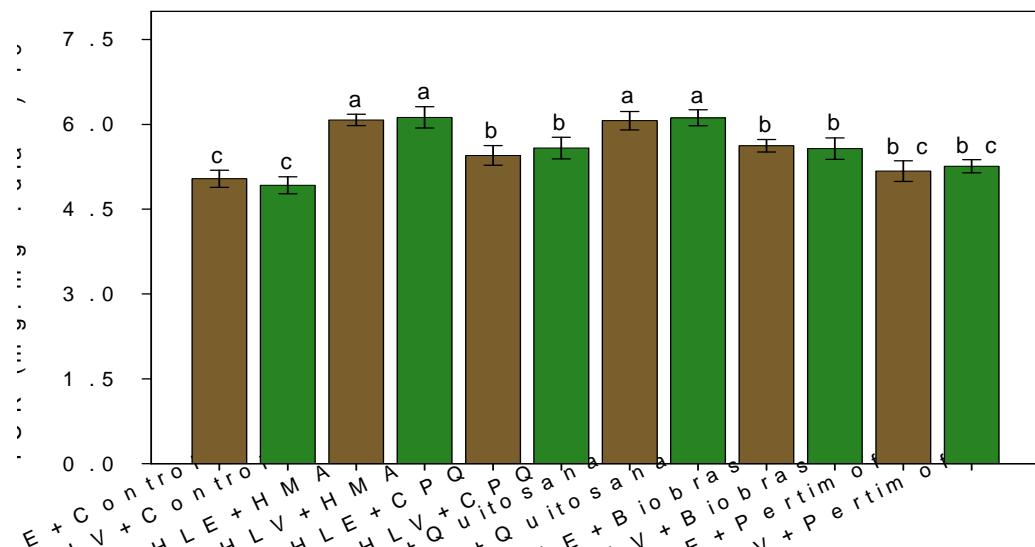


Figura 9. Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) de las plántulas de “Paraíso” medido a los 8, 29, 50 y 71 días de la germinación de las semillas.

DISCUSIÓN

De forma general en los resultados obtenidos se fue describiendo las diferentes repuestas que las mismas manifiestan frente al efecto de productos bioactivos relacionados con la regulación del crecimiento de los diferentes órganos de las plantas mediante índices relacionados con su crecimiento y desarrollo, así como la factibilidad de desarrollar las posturas sobre dos sustratos de humus de lombriz.

Respuestas similares a las obtenidas en este experimento acerca de las potencialidades del humus de lombriz de estiércol vacuno en vivero fueron obtenidos por Rodríguez y col. (1993) en la producción de posturas de cafetos, Por su parte Soto, y col (1995), trabajando aspectos relacionados con la tecnología para la producción de posturas de cafeto, compararon el humus de lombriz con las dosis en el sustrato del 12.5%, 25%, 37.5%, 50%, 62.5%, 75%, 87.5% y 100% y la turba al 25% con fertilizante químico a razón de 8.5 Kg. de fórmula completa por m^3 como control, los resultados en las variables altura de la planta, diámetro del tallo, pares de hojas verdaderas, biomasa total y por órgano, y área foliar total, demostraron que el humus de lombriz no daña el desarrollo de las posturas en ningunos de los casos estudiados, y que cuando no se usaba fertilizante químico la dosis más factible era la 25% en el sustrato, mientras que cuando se usaba fertilizante con el 12.5% era suficiente para igualar al control. Por todo lo anterior argumentado y la coincidencia con los resultados obtenidos en este experimento, se corrobora la posibilidad de utilizar el humus de lombriz para mejorar la producción ecológica de posturas de Paraíso cuando es combinado con otros bioproductos.

Se plantea que algunas oligosacáridas son elicidores, induciendo respuestas que ayudan a las plantas a resistir el ataque de enfermedades, así como su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Stephen, 1993). Los oligosacáridos como el Pertimof están dotados con propiedades muy importantes para los organismos verdes, en su acción biológica los oligosacáridos inducen o promueven los mecanismos de defensa de las plantas, mientras que en la actividad hormonal influyen en la regulación del crecimiento y desarrollo, cualidades por las cuales los expertos los identifican como un nuevo tipo de fitohormonas (Cabrera, 1999). Se ha demostrado el efecto que ejerce esta mezcla de oligogalacturónidos, cuando es utilizada en diferentes cultivos.

Además de hacer énfasis en el papel de la morfogénesis, la cual no es más que el desarrollo de formas y órganos especializados tales como: hojas, raíces y flores (Alan, 1992).

En el caso del Ficus (*Ficus benjamina*), se probaron dos concentraciones de la mezcla de OLG (10 y 20 mg. L^{-1}), obteniéndose como resultado una estimulación en el enraizamiento de los margullos; con la concentración de 10mg. L^{-1} y también se obtuvo una mayor homogeneidad de las raíces (Dominí y Benítez, 2002).

Por su parte Ramírez y col. (2006), trabajando con esquejes de guayaba enana roja (*Psidium guajava* L.), obtuvieron que el uso de este biorregulador en concentraciones de 10 mg. L^{-1} puede ser una alternativa importante como estimulante en la formación de callos y la emisión de raíces para la propagación de esta especie.

Al hacer las consideraciones generales sobre las respuestas de las plantas a los bioproductos empleados, se demostró que los hidrolizados de quitosanas, tenían un efecto positivo sobre la germinación de las semillas, lo que coincide con Hernández, Ramírez y Rodríguez, (2002), quienes comprobaron que la quitosana aceleró la germinación de semillas de clavel, siendo el mejor tratamiento a de concentración de 100ppm y lográndose un 33 % o más de germinación superior al de las semillas sin tratar.

También sobre el efecto de los brasinosteroides en las plantas se han intensificado las investigaciones en los últimos 20 años. Según Núñez, (2000) las respuestas a los brasinoesteroides incluyen efectos sobre la elongación, la división celular, el desarrollo vascular y reproductivo, la polarización de la membrana y el bombeo de protones, las relaciones fuente/sitio de consumo, también señala que los brasinoesteroides no causan deformaciones en las plantas, y que su efecto en el crecimiento vegetal, es particularmente fuerte en condiciones

de crecimiento adversas (temperaturas sub-óptimas, salinidad), por lo que los brasinoesteroides pueden ser llamados "hormonas del estrés", además tienen baja toxicidad *vide post*. En general, los brasinoesteroides han sido probados para evaluar su actividad promotora del crecimiento vegetal en más de 20 bioensayos típicos para la actividad de auxinas, giberelinas y citoquininas (Núñez, 2000) con resultados positivos.

A pesar que el tratamiento con brasinosteroides (Biobras-16) en presente experimento, no fue el de mejores resultados, si es de destacar, que en la mayoría de los índices evaluado presentó valores superiores al control, indicando que existe correspondencia entre los resultados obtenidos y lo planteado con anterioridad sobre este bioproducto.

Los resultados beneficioso encontrados en el tratamiento con hongo micorrizicos arbusculares en el presente experimento, difieren de los obtenidos por Duan y col., (1996) trabajando en el cultivo de algunas especies del género *Vigna*, quienes informaron respuestas similares en la masa seca foliar de plantas inoculadas y no inoculadas y justifican este comportamiento a las contribuciones de las cepas nativas. En este sentido es de comentar que pueden existir cepas nativas que tengan una alta efectividad, de hecho la cepa *Glomus hoi-like* se encuentra en algunos suelos en forma natural, pues es una cepa aislada, aunque no se evaluó la presencia de cepas nativas, si se puede asegurar que en este experimento no fueron significativos sus aportes, pues solo estos aportes se manifestaron en el tratamiento inoculado y no se replicó en el tratamiento control sin inocular.

Por su parte, Muñoz (1996), plantea que las micorrizas juegan un papel importante en la fisiología del árbol porque aumentan la capacidad para absorber agua y nutrientes y que las plantas cultivadas en asociación con las micorrizas se tornan más tolerantes a situaciones adversas de su entorno, como son: estrés por falta de agua, altas o bajas temperaturas del suelo, pH, desbalance de nutrientes y presencia de sustancias o elementos tóxicos en el suelo. Tamben George y col., (1994) reporta que los HMA, incrementan el rendimiento de los cultivos y permiten reducir el consumo de fertilizantes minerales, dado fundamentalmente por su capacidad de absorber con mayor eficiencia agua y nutrientes del suelo. Por otra parte Morte y col., (2001) obtuvieron en un cultivar de *Pinus halepensis* ligeros incrementos a favor de las plantas colonizadas en las variables altura y masa seca total.

Referencias

- Alan, D. [et al] (1992) . Oligosaccharins-Oligosacharides that regulate grow, development and defense responses in plants. *Plant Physiology*. vol. 2 no.3, p.181-188.
- Altieri, M, y Nicholls, C (1999). Biodiversity, ecosystem function and insect pest management agricultural system. En: Collins, W., Qualset. Ed. *Biodiversity in agroecosystems*. Boca Ratón, Florida, C R. Press, p.69-84
- Beadle, C. L. Growth analysis. In : photosynthesis and production in a Changing Environment (Hall, D. O; Scurtock, J. M. O; Bolhar-Nordentrampf, H. R; Leegood, R. C and Long, S. P. eds). Chapman and Hall, London. 1993, p. 36-45.
- Betancourt, A. (2000). Árboles Maderables Exóticos en Cuba. La Habana, p. 352.
- Cabrera, J. C. 1999. Obtención de (1®4)-a-D-Oligogalacturónidos bioactivos a partir de subproductos de la industria citrícola. Tesis de doctorado e n Ciencias Químicas, INCA.
- Cuevas, F.P. Evaluación agronómica de la nutrición mineral con NPK y la aplicación de biopreparados en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso. Tesis para optar por el grado de Maestro en Ciencias. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. 1998.
- Dominí, M. E., B. Benítez. 2002. Uso de biopreparados como promotores de enraizamiento en margullos de *Ficus* variedad Golden King. En: *Memorias XIII Congreso Científico INCA 2002*, La Habana, Cuba.142 p.

- Duan, X; Neuman D; Reiber J; Green C; Saxon A; Augé R. Mycorrhizal influence on hydraulic and hormonal factors implicated in the control of stomatal conductance during drought. *J. Exp. Bot.* 1996, vol 47, p. 1541-1550.
- Falcón, A., (2005). Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Informe Final de Proyecto de Investigación básica en Biotecnología Vegetal. PNCT, CITMA. P.167.
- Fernández, F.; Gómez, R.; Martínez, M.A.; Noval, B.M. Producto inocular micorrizógeno. No. Patente: 22641. Cuba. 2001.
- George, E. /et al/. Contribution of mycorrhizal fungi to micronutrient uptake by plants. En: *Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere*. Boca Raton, CRC, 1994, p. 93-109.
- Hernández, A, /et al. (1999). Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana. Agrinfor. p. 64
- Hernández, M., Ramírez, M. A. y Rodríguez, G., (2002). Efecto de la aplicación de Quitosana en la Germinación y Crecimiento del clavel (*Dianthus Caryophyllus* L.) abril., Vol. 4, no. 2. citado el 24/01/2007. Disponible En: <<http://www.CIGET.com.cu>> RNPS No. 1893, ISSN 1562-329.
- Infoagro (2006). Plantas Ornamentales. Citado [3/03/2007]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/plantas_ornamentales/palmeras2.asp>.
- Jiménez, J. (2007) Producción Forestal. Citado [28/04/2007]. Disponible En: <<http://www.RevistaBiotam/forest/.com>>.
- Linares, E. (2007). ACTAF (Asociación cubana de técnicos Agrícolas y Forestales), Presente y Futuro del Sector Forestal de Cuba, p. 48.
- Montagnini, F., Eibl, B. Fernández, R. (2006a). Adaptabilidad y crecimiento de especies forestales nativas de bosque húmedo subtropical en sitios degradados. citado [31/03/2007]. Disponible En: <http://www.iufro.org/uploads/media/t1-montagnini-et-al_01.doc> Argentina. p.15:10-16.
- Morte, A; Díaz G; Rodríguez P; Alarcón J. J y Sánchez-Blanco M. J. Growth and water relations mycorrhizal and nonmycorrhizal *Pinus halepensis* plants in response to drought. *Biología Plantarum*, 2001, vol 44, no 2, p. 263-267.
- Muñoz, M. Las micorrizas en evaluación de la cosecha arrocera. Arroz, 1996, vol 45, No 402.
- Núñez, M. y Robaina. C. (2000). Brassinosteroides nuevo regulador de crecimientos y de amplia perspectiva para la agricultura. Documento IAC. No. 68 y SSN 0102-4477. Editado por Marco Antonio Zullo. IAC. Campinas (SP). Brasil.
- Ramírez, M., Rodrigues, At., Alfonso, L., Peniche, C., (2006). La quitina natural con aplicaciones agrícolas. INCA, CNIC, Centro de Biomateriales, UNAH.
- Rodríguez, P., Delgado, G., Soto, F. 1993. Utilización del humus de lombriz y zeolita para reducir los costos en viveros de cafeto. *VIII Forum de Ciencia y Técnica*. (La Habana, Cuba)
- Soto, F., Morales, D., Dell'Amico, J., Rodríguez, P., Delgado, G. Alfonso, J.L 1995. Tecnología para la producción de posturas de cafeto. *X Forum Nacional de Ciencia y Técnica*. (Ciudad Habana, Cuba).