

# Trabajo de Diploma



**Tema:** *Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

**Autor: Juan Leovildo Angarica González**

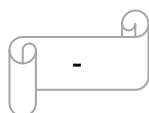
**Tutor: MSC. Marlene Ramírez González**

*Aguada, Junio 2012*

## Síntesis

La investigación se realizó en el vivero forestal de la UEB Silvícola Aguada perteneciente a la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, en las especies Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), en el período comprendido del 7 de Enero del 2011 al 31 de Agosto del 2011. Como material de siembra se utilizó semilla certificada y como material alternativo se emplearon las formulaciones líquida del hongo *Trichoderma harzianum* Rifai de la cepa 34, la cepa de micorriza vesículo arbuscular *Glomus fasciculatum*, así como los residuales de la producción de torula de dicha empresa. Las bolsas se llenaron con una mezcla de suelo del lugar y materia orgánica descompuesta y los tratamientos fueron: testigo, micorriza *Glomus fasciculatum*, solución de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma harzianum* + micorriza *Glomus fasciculatum*, *Trichoderma harzianum* + agua residual, micorriza *Glomus fasciculatum* + agua residual, agua residual y fertilización química, a los que se le midió un grupo de variables morfológicas y fisiológicas, aplicándoseles análisis de varianza simple, con prueba de Tukey para  $p < 0.05$ . Al concluir la investigación, se apreció que el uso de las aguas residuales de la producción de torula, el biopreparado de *Trichoderma*, la micorriza arbuscular y sus combinaciones mostraron una alta respuesta en la dinámica de crecimiento en la Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) donde los mejores resultados se obtuvieron con las combinaciones: micorrizas con residual y biopreparado de *Trichoderma* con residual; también se manifestó que todas las alternativas agroecológicas usadas beneficiaron el desarrollo de los índices de calidad de las posturas de la Teca (*Tectona grandis* L.), así como del Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) con excepción de la aplicación de micorriza arbuscular en este último; además se demostró que para las dos especies evaluadas se obtuvieron alternativas agroecológicas que resultan económicamente más efectivas que las prácticas tradicionales (testigo y fertilizante químico) para la producción de los viveros forestales.

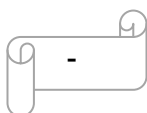
Palabras clave: agroecológicas, posturas, viveros.



## Synthesis

The investigation was carried out in the forest nursery of the UEB Watery Silvícola belonging to the Integral Forest Company Cienfuegos, in the species Teak (*Tectona grandis* L.) and the domestic Locust (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), in the understood period of January 7 of the 2011 at August 31 the 2011. As seed breeding certified seed was used and as alternative material the liquid formulations of the mushroom *Trichoderma harzianum* Rifai of the stump 34 were used, the stump of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*, as well as the residual of the production of torula of this company. The bags were filled with a mixture of floor of the place and insolent organic matter and the treatments were: witness, arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*, solution of *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma harzianum* + arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum*, *Trichoderma harzianum* + it dilutes residual, arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus fasciculatum* + it dilutes residual, it dilutes residual and chemical fertilization, to those that he/she was measured a morphological and physiologic group of variables, to those that were applied analysis of simple variance, with test of Tukey for  $p < 0.05$ . When concluding the investigation, it was appreciated that the use of the waste waters of the torula production, the biopreparation of *Trichoderma*, the micorriza arbuscular and their combinations showed a high answer in the dynamics of growth in the Teak (*Tectona grandis* L.) and the domestic Locust (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) where the best results were obtained with the combinations: micorrizas with residual and biopreparation of *Trichoderma* with residual; he/she also showed that all the alternative used agroecológicas benefitted the development of the indexes of quality of the postures of the Teak (*Tectona grandis* L.), as well as of the domestic Locust (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) except for the application of arbuscular mycorrhizal fungus in this last one; it was also demonstrated that for the two valued species alternative agricultural ecology was obtained that are economically more effective that the traditional practices (witness and chemical fertilizer) for the production of the forest nurseries.

keywords: agroecological, postures, nurseries.

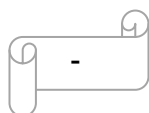


*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

INDICE

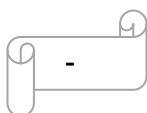
Epígrafe	Contenido	Pág.
1.	Introducción	5
2.	Desarrollo	4
2.1	Reseña bibliográfica	4
2.1.1	Algunos elementos generales de las especies forestales en estudio	4
2.1.2	Algunos criterios sobre el manejo de viveros.	6
2.1.3	Características de las especies en estudio	7
2.1.4	Criterios sobre el uso de residuales líquidos en el riego	8
2.1.5	Criterios sobre el uso de microorganismos	12
2.1.5.1	<i>Trichoderma</i> sp.	13
2.1.5.2	Empleo de los hongos formadores de micorrizas	19
3.	Materiales y métodos	23
3.1	Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de <i>Trichoderma</i> , la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento en la Teca ( <i>Tectona grandis</i> L.) y el Algarrobo del país ( <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill).	23
3.2	Influencia de estas alternativas agroecológicas sobre la calidad de las posturas de estas especies.	26
3.3	Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas de las especies en análisis.	27
4.	Resultado y Discusión	29
4.1	Análisis de la Teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).	29
4.1.1	Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de <i>Trichoderma</i> , la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento y desarrollo de las posturas de teca ( <i>Tectona</i>	29



*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

	<i>grandis L.</i> )	
4.1.2	Influencia de las alternativas agro ecológicas seleccionadas sobre el desarrollo y calidad de las posturas de esta especie	33
4.1.3	Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas en esta especie forestal.	36
4.2	Análisis de algarrobo del país ( <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill)	37
4.2.1	Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de <i>Trichoderma</i> , la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento el Algarrobo del país ( <i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill)	37
4.2.2	Efecto de estas alternativas agro ecológicas sobre la calidad de las posturas de esta especie.	39
4.2.3	Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas en esta especie forestal.	42
5.	Conclusiones	44
6.	Recomendaciones	45
7.	Bibliografía	46
8.	Anexos	



## **1. Introducción:**

La República de Cuba abarca una superficie de 110 860 km<sup>2</sup>, estando el 24,5% compuesto por áreas forestales, que incluyen 27 160 km<sup>2</sup> del territorio cubierto de bosques; en esta área existen 900 especies arbóreas, de las cuales 600 son autóctonas y 300 exóticas. Estos recursos genéticos forestales y la diversidad presente en los millares de especies arbóreas útiles en la tierra constituyen un recurso intergeneracional de gran importancia social, económica y ambiental (González y Sanz, 2010).

Desde el mismo triunfo de la Revolución la protección de los recursos naturales ha sido tema de permanente preocupación por parte del Gobierno, realizándose una encomiable labor de educación a los productores y dirigentes del sector agrario (Altieri, 2008). El empleo en la reforestación de plantas de calidad asegurará en mayor medida el éxito de la misma. Dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar la planta en el momento de su plantación y que permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en el campo (Pardos y Montero, 1997).

La búsqueda de abonos orgánicos para uso en la agricultura se encuentra entre los fines que persigue el desarrollo de la agricultura orgánica para alcanzar rendimientos que ayuden a sustentar las demandas alimentarias de la población y a la vez se conserve la salud ambiental (Milán *et al.*, 2003).

Por otra parte el empleo de microorganismos en la agricultura constituye también una alternativa frente a los fertilizantes químicos, siendo una práctica agrícola que cada día cobra más fuerzas dentro de la agricultura sostenible no solo por su costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997; Fernández, 1999).

En el municipio Aguada de Pasajeros la reforestación ocupa un lugar destacado debido a las estrategias del mismo (EFI, 2009). Dentro del territorio la Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo de el país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) se encuentran dentro de las especies más cultivadas debido a su fácil

adaptación a los suelos del territorio, pero se manifiestan dificultades en el crecimiento y la calidad de las posturas, por otra parte no se practica en los viveros forestales el uso de alternativas agro ecológicas estimuladoras del mismo, motivado por esta situación se plantea el siguiente problema.

**Problema científico:**

¿Cuál será el efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre el crecimiento y calidad de las posturas en dos especies forestales afectadas en estas variables en el Municipio Aguada de Pasajeros?

**Hipótesis:**

El empleo de las aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones, pueden constituir una alternativa que permita estimular el crecimiento y calidad de las posturas en dos especies forestales afectadas en estas variables en el Municipio Aguada de Pasajeros.

**Objetivo General:**

Evaluar el efecto de diferentes alternativas agro ecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales afectadas en el Municipio Aguada de Pasajeros.

**Objetivos Específicos:**

1. Estudiar el efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento en la Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) en el Municipio Aguada de Pasajeros.
2. Evaluar la influencia de estas alternativas agras ecológicas sobre la calidad de las posturas de estas especies.

3. Determinar la efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas en estas especies forestales en análisis.

El aporte científico de los resultados alcanzados en la tesis se materializa en:

**Ambiental:** Se propicia el uso sostenible de las aguas residuales de la producción de levadura torula como alternativa agroecológica para la producción de posturas de alta calidad en dos especies de interés forestal en el municipio Aguada de Pasajeros, las cuales constituyen una fuente de contaminación importante para el ecosistema Humedal Ciénaga de Zapata. Además se demuestra la factibilidad del uso de productos biológicos en la producción de posturas forestales.

**Económico:** La aplicación de los diferentes tratamientos agroecológicos en la producción de posturas de forestales permite reducir el tiempo de estancia de las plantas en vivero, debido al incremento en altura y el diámetro basal de los individuos. Esto conlleva a un ahorro importante de fuerza de trabajo y recursos materiales, no se emplean insumos químicos durante la estancia de las plantas en vivero, por tanto contribuye a una disminución potencial de los costos en los planes de reforestación.

**Científico:** Se demuestra la perspectiva del uso de alternativas agroecológicas estimuladoras de crecimiento y desarrollo en dos especies forestales, se obtienen posturas de mayor calidad y reducción del tiempo de estadía de estas especies en vivero. Además, contribuye a una agricultura más sustentable y menos dependiente de los insumos externos así como sirve de base para reelaborar la tecnología de producción de las mismas.

## **2. Desarrollo**

### **2.1 Reseña bibliográfica**

#### **2.1.1 Algunos elementos generales de las especies forestales en estudio**

##### **Algarrobo del País**

Clasificación taxonómica según Arthur Cronquist (1988) citado por Sablón, 2006 pertenece al Reino: Eucariota, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida. (Dicotiledonea.) Subclase: Asteridae, Orden: Lamiales, Familia: Mimosaceae Género: Samanea, especie: saman, nombre científico: *Samanea saman* (Jacq.) Merrill. Nombres vulgares: algarrobo y algarrobo del país.

Sablón, 2006 caracteriza a esta especie como un árbol grande, inerme, que puede alcanzar hasta 30 m de altura, de 140 cm de D.A.P., de uste generalmente corto, ramas fuertes y extendidas, copa amplia, crece rápidamente; corteza hendida longitudinalmente, bastante gruesa y de color pardo claro. Florece de marzo a mayo y y sus frutos maduran de enero a marzo, .con hojas bicompuetas, paripinnadas, con dos a seis pares de pinnas, y una glándula circular pequeña entre cada par; de dos a ocho pares de foliolos, ancha y oblicuamente oblongos u obovados, de 2 a 4 cm. de - largo, pubescentes en el envés, frutos en forma de legumbres lineales, rectas o algo curvas, de 10 a 20 cm. de largo, con semillas oblongas, de 5 a 8 mm; 5 400 pesan un kilogramo; muestran un poder germinativo de 80%. Deben ser tratadas con agua hirviendo durante 30 s antes de sembrarlas, y comienzan a germinar entre los seis y ocho días de sembradas.

##### **Hábitat**

Fors (1967), y Betancourt (2000) refieren que esta planta crece espontáneamente en Cuba en sabanas y bosques; prefiere los welos aluvionales frescos y profundos donde alcanza su mejor desarrollo. Es natural de la región meridional de Méjico, América Central y la zona septentrional de Sudamérica, sur de Perú, Bolivia y Brasil; naturalizado en Antillas y en los trópicos del Viejo Mundo.

## Madera y sus usos

Así mismo Álvarez, (2005b) añade que presenta albura de color castaño claro, mientras que el duramen muestra un color castaño rojizo, oscuro y vetado. La parte de la madera comercialmente más utilizada es el duramen y se recomienda para la fabricación de muebles, carpintería en general, forros, mostradores, interiores y pisos de vehículos, así como a su follaje y frutos se le han atribuido propiedades nutritivos y medicinales.

## **Teca**

Clasificación taxonómica Según Arthur Cronquist (1988) citado por: (Franco, F. 2004) pertenece al Reino: Eucariota, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida. (Dicotiledonea.) Subclase: Asteridae, Orden: Lamiales Familia: Verbenáceas Género: Tectona Especie: grandis L. f. Nombre científico: Tectona grandis L. Nombre vulgar: Teca

Es un árbol grande, de tronco recto y elevado, pudiendo alcanzar 5 m o más sin ramificaciones laterales (Fors, A. 1967), su copa es amplia y redondeada, sus hojas muy grandes, opuestas, caducas, contienen un tinte rojo, su corteza es delgada, bastante lisa y de color gris claro o parduzco, renuevos vigorosos, sistema radicular amplio y profundo que comienza con un pivote, crece con notable rapidez, principalmente en los primeros años pudiendo alcanzar 2.00 m de altura al año.

Según Sablón (2006) en Cuba florece en el verano y madura sus frutos entre febrero y abril, flores pequeñas en grandes panículas terminales. El fruto es una capsula seca y dura, del tamaño de una avellana, contiene de 1 a 4 almendras o semillas oleaginosas, La germinación es errática, comenzando hacia los 12 días. La capacidad germinativa de la semilla es generalmente baja fluctuando entre el 40 y 60 %. La germinación es epigea. Eje hipocotil muy corto, cotiledones enteros, opuestos. Las primeras hojas, también opuestas y simples, semejantes alas del árbol adulto. La radiola es pivotante con pocas ramificaciones. La teca es notable por su inmunidad o resistencia a los

agentes nocivos como el fuego, el viento y los ataques de animales superiores e insectos. (Fors, A. 1967)

#### Hábitat

Álvarez, 2005b plantea que se encuentra naturalmente distribuida en India, Birmania, Siam, Java y algunas localidades más del archipiélago Malayos. Su introducción en la América Tropical no ha tropezado con factores adversos de ninguna clase. Crece y fructifica normalmente en Trinidad, Cuba, Panamá y algunos lugares mas, Requiere de un clima tropical moderadamente húmedo, caracterizado por un período de lluvias copiosas, seguido de una sequía prolongada. Temperatura media anual entre 24 y 27°C. Altura desde el nivel del mar, hasta los 91,44 centímetros y precipitación anual entre 1270,0 mm y 3810,0 mm. Es especie de sol y demanda completa exposición a cualquier edad.

Crece en diversas clases de suelos con tal que drenaje sea perfecto. Las arcillas demasiado pesadas suelen retardar su crecimiento. (Fors, A. 1967)

Produce una madera preciosa por sus innumerables cualidades y sus múltiples aplicaciones. Aún desde edad temprana (10 a 15 años) el corazón o duramen ocupa la mayor parte del tronco. El valor principal de la madera está en su durabilidad, cualidad de gran importancia en los trópicos. Se emplea en toda clase de construcciones navales y rurales. El corazón no es inmune al Teredo navales, los termes pueden atacar la albura pero no el corazón, una vez seca no se agrieta, ni se tuerce, ni altera su forma en manera alguna. No es muy dura, es fácil de labrar y adquiere buen pulimento. Es elástica y resistente. (Fors, A. 1967)

#### **2.1.2 Algunos criterios sobre el manejo de viveros.**

Según Manual de viveros forestales (2003), el substrato es a la vez el soporte físico del cultivo y de protección de las raíces durante el transporte al campo y durante la plantación. Ha de permitir que las raíces respiren y encuentren el agua y los nutrientes necesarios, estos últimos determinan el desarrollo y

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

fortaleza de la plántula. La mezcla de suelo tiene que reunir las siguientes cualidades: permeables: porosidad 60 - 80 % del volumen total, capacidad de retención del agua = 20% Vt, fácil humectación, fácil aireación: 20 - 40% de aire tras el drenaje, pH entre 5 y 8, fertilidad adecuada, buena capacidad de intercambio catiónico, económico, homogéneo, ligero, por lo que se favorece el uso de la turba y la corteza de pino triturada, consistente, para evitar daños en el cepellón en su manejo (sobre todo en aquellos envases de los que son extraídos en vivero para el transporte), no adherirse a las paredes del envase si debe extraerse la planta del contenedor, estable en sus cualidades a lo largo del tiempo, no aportar semillas o propágulos de malas hierbas, no aportar animales patógenos, no aportar hongos patógenos, no aportar toxicidad y permitir la micorrización, en resumen la elección del substrato depende de: la especie cultivada, tipo de envase y la frecuencia y cantidad de riegos y abonados. La mezcla más utilizada en los viveros forestales (según Manual viveros forestales, 2003) es de 90% de suelo y 10% de cachaza.

Según Álvarez. P y J.C. Varona. 1988, en un vivero forestal se han de seguir 3 objetivos básicos: cubrir las necesidades de planta forestal en cantidad, que esta tenga la calidad adecuada, y hacerlo a un costo razonable.

**2.1.3 Características de las especies en estudio** (Gras Ríos H. y Colaboradores.2003)

<b>Especie (Nombre Vulgar)</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Tratamiento pregerminativo</b>	<b>Comienzo de la germinación (días)</b>
Teca	<i>Tectona grandis</i> L	Alternar remojo y secado 14 días	16 - 20
Algarrobo del país	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill	Agua hirviendo durante 30 s	6 - 8

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

<b>Especie</b>	<b>Suelo %</b>	<b>Materia orgánica %</b>	<b>PH</b>	<b>Observaciones</b>
<i>Tectona grandis L</i>	90	10	6.5-7.5	Suelo apropiado para la especie
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill	90	10	6.5-7.5	Suelo apropiado para la especie

<b>Especie</b>	<b>Tipo de cubierta</b>	<b>Espesor de la cubierta (cm)</b>	<b>Tiempo de vivero (meses)</b>	<b>Condiciones de aviveramiento</b>	
				<b>A Plena Luz</b>	<b>Sombrío</b>
<i>Tectona grandis L</i>	Tierra o aserrín	2-3	10	X	
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merrill	Aserrín	0.6	3-4	x	

#### 2.1.4 Criterios sobre el uso de residuales líquidos en el riego

##### Efectos contaminantes de los residuos.

Según Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH) Cienfuegos. 2006, la contaminación es básicamente un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, producida sobre todo por la actividad humana (incluida la contaminación de las aguas superficiales y freáticas, del suelo y el aire). Aunque también existe la contaminación natural (como las erupciones volcánicas y los incendios forestales), el ambiente ha logrado superar estos periódicos eventos a lo largo de milenios. Sin embargo,

no le ha ido tan bien con el repentino y drástico aumento de la contaminación de origen humano.

MINAGRI *et al.* (2009) y Montesino *et al.*, (2009) refieren que la contaminación en un sentido más práctico, es el resultado de la ineficiencia de los procesos desarrollados por el hombre, la extracción de materias primas, la fabricación de un producto, la energía necesaria para el proceso de fabricación y el producto mismo poseen ineficiencias esenciales que generan una considerable cantidad de desperdicios (contaminación) que ya no son útiles, por lo que deben entonces desecharse y nuestra sociedad no controla la contaminación eliminándola, sino permitiendo que se mantenga a niveles “aceptables”; los contaminantes de las aguas superficiales pueden deteriorar o destruir la vida acuática, amenazar la salud humana, dañar la vida silvestre y perjudicar las operaciones industriales (INRH, 2006)

En este sentido Paneque *et al.* (1998) aseguran que los residuales líquidos de la industria azucarera y sus derivados en Cuba, son el resultado de la producción de azúcar, miel y derivados en 70 centrales azucareros, 15 mieleros, 11 fábricas de torula y 13 fábricas productoras de alcohol distribuidas por todo el territorio nacional dando lugar a 99 focos contaminantes del medio ambiente.

También explican que la distribución territorial de estos focos y las características de Cuba, de ser una isla larga y estrecha propicia que se produzca una contaminación generalizada en mares, ríos, y cuencas subterráneas, ya que estas aguas residuales son agresivas debido a la alta carga orgánica y otros elementos.

### **Evaluación de las aguas residuales para ser utilizadas en el fertirriego**

Paneque *et al.* (2005) y INRH (2007) aseguran que se comenzaron los estudios experimentales a inicios de la década del 80 por parte de la Academia de Ciencias, Instituto de Ciencias Agrícolas y otras Instituciones lográndose en la

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

segunda mitad de ese decenio establecer, por parte del Ministerio del Azúcar, iniciar la aplicación de los residuales como un sistema integral de explotación.

Según estos autores es necesario estudiar en cada fábrica los volúmenes que se producen y su composición química y que estos debe ser de interés de cada Empresa en los que se debe incluir las determinaciones de pH, conductividad eléctrica (CE), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cloruro (Cl), carbonatos (CO<sub>3</sub>), bicarbonatos (HCO<sub>3</sub>), sulfatos (SO<sub>4</sub>), materia orgánica, fósforo total (P), nitrógeno total (N) y la relación de absorción de sodio (RAS)

Tabla N. 4 Caracterización química de los residuales

<b>Criterios</b>	<b>Conductividad Eléctrica (CE) mmhos/cm)</b>	<b>Sales Solubles Totales (SST) ppm</b>	<b>Relación de Abs. de Sodio (RAS)</b>	<b>pH</b>
Buena	< 1.50	< 960	< 4	6-7
Regular	1.50-1.80	960-1150	4-7	5-6 7-7.8
Mala	1.80-2.40	1150-1530	7-10	4-5 7.8-8.4
No se debe utilizar	> 2.4	> 1530	> 10	< 4 > 8.4

Las aguas residuales procedentes de fábricas de torula y alcohol no se evalúan como agua de riego por los criterios de los autores antes mencionados debido a su contenido salino, pero si se diluyen puede ser posible su utilización pues tienen un alto contenido de Nitrógeno y fósforo además se debe tener en cuenta el valor de la relación absorción de sodio (RAS) (Ramírez, 2009).

Según el INRH (2006) los residuales de la fábrica de Levadura Torula ubicada en la Empresa Azucarera Antonio Sánchez descarga sus residuales al sistema de canales y lagunas de esa empresa, siendo su destino final, diluido y unido a otros residuos industriales, el fertirriego en caña (área en estudio experimental). Estos residuales han sido calificados por ellos como un residual de naturaleza altamente agresiva y peligrosa para el medio ambiente debido a su pH con carácter ácido, conductividad eléctrica elevada, la presencia de gran cantidad de Nitrógeno y Fósforo y alto contenido de materia orgánica, todo lo cual

conlleva producción de crecimiento excesivo de algas (eutrofización) que afecta la calidad del cuerpo receptor por la presencia de malos olores y condiciones anaeróbicas perjudiciales para los ecosistemas.

Según lo establecido por la Norma Cubana 27/1999 "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones. Y tomando los valores obtenidos en el Laboratorio podemos decir que este residual posee todos los parámetros fuera de los límites permisibles (Laboratorio de Análisis. 2008)

### **Características de los residuales provenientes de esta fábrica**

Según la Metodología para la fermentación de mezclas vinazas –miel para la obtención de levadura *Torula*. INCA (2000), la composición química de los residuales de *Torula* (efluentes) es ampliamente variable, al ser lógicamente dependiente de la composición de la vinaza que es la materia prima de esta planta, y a su vez también dependiente de la composición de las mieles que le dieron origen a esta vinaza, así como las diferentes condiciones que interviene en el proceso, Además continúan los autores, en el proceso fabril intervienen como insumos, entre otros el Sulfato de Amonio y Fosfato de Amonio, a razón de 392 y 128 Kg. /t de producción respectivamente, la planta posee un capacidad operacional de 7.5 t / fermentador x día; dadas las condiciones técnicas del proceso y equipamiento en Antonio Sánchez le permite operar con vinaza dos fermentadores, reaccionando en el proceso de producción el 75 % de las sales y el resto se incorporan a los efluentes. Además en el mismo documento se estiman las pérdidas a residuales entre un 10 y 15 % de levadura y el flujo de efluentes es de 100 L/h, y en un día de trabajo se vierten 2400 L de este residual.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

Tabla N. 6 Resultado de análisis al residual de Torula. (Laboratorio de Análisis, 2008a)

Meses	pH	N2 (mg/L)	Fósforo (mg/L)	HCO3 (ppm x 106)	Conductividad (mmS/cm)
Enero	7.5	135	26	100	1.81
Febrero	7.1	372	24	160	1.81
Marzo	7.0	253	16	130	0.98
Abril	5.9	275	17	203	0.98
Mayo	7.1	184	21	134	0.51
Junio	6.2	256	35	171	0.70
Julio	6.2	260	35	240	0.69
Agosto	7.6	350	39	190	0.78
Septiembre	6.8	224	34	100	0.79
Octubre	6.0	295	43	148	0.58
Noviembre	7.0	230	29	130	0.44
Diciembre	6.4	198	30	135	0.68
Enero	4.7	186	16	196	0.75
Febrero	4.4	148	21	140	0.78

### 2.1.5 Criterios sobre el uso de microorganismos

Según Altieri, (1997); Fernández, (1999), la utilización de microorganismos en la agricultura constituye una alternativa frente a los fertilizantes químicos,

siendo una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro de la agricultura sostenible no solo por su costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables. Por otra parte Mayea (1995) y Mujica *et al.* (2007) señalaron que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos.

Entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se encuentran el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* Rifai, del cual se ha comprobado su efecto como estimulador de crecimiento en numerosos cultivos y los hongos formadores de micorrizas arbusculares (Parets, 2002 y Jiménez *et al.*, 2008).

#### **2.1.5.1 *Trichoderma* sp.**

##### **Clasificación y descripción taxonómica.**

Alexopoulos y Mims (1979) citados por Andreu y Cupull (1993), detallan que *Trichoderma sp* pertenece a la subdivisión *Deuteromycotina*, clase de forma *Deuteromycetes*, subclase de forma *Hythomycetidae*, los representantes de *Hythomycetidae* no producen nunca pignidio ni acervulo, su orden es de forma *Moniliales*, constituye un gran orden que agrupa probablemente más de 7000 especies.

El género *Trichoderma* tiene conidióforos muy ramificados que portan fiálides aisladas o en grupos, las especies de *Trichoderma* producen colonias blancas, amarillentas o verdes cuando se encuentran en placas (Carone, 1986).

En algunas especies de *Trichoderma* el eje principal del conidióforo y las ramificaciones primarias terminan en conidióforos elongados estériles, los cuales pueden ser simples o ramificados; los conidióforos adyacentes frecuentemente forman anastomosis, cabe aclarar que esto solo se presenta en algunas especies, en varias especies, las fiálides y las ramificaciones fértiles también levantadas no se diferencian de las hifas aéreas de conidiación efusiva; las células conidiógenas (fiálides) usualmente están dispuestas en

verticilos divergentes que terminan en ramas de conidióforos (Galeano *et al.*, 2003).

El género *Trichoderma* está dividido en 5 secciones según Bissette (1991) citado por Galeano *et al.* (2003). Sección *Trichoderma*, Sección *Pachibasium* (Sacc), Sección *Longibrachiatum* (Bissette), Sección *Saturnisporum* (Doi), Sección *Hypocreanum* (Doi)

### **Descripción taxonómica**

El género *Trichoderma sp* fue presentado por Person en 1794 sin embargo, hasta 1969 fue que *Rifai*, logró una descripción genérica de *Trichoderma* basada principalmente en las características microscópicas que en la actualidad son aceptadas (González, 2007). Además este autor plantea que *Rifai* consideró su tratado cómo un primer intento por relacionar las formas de este grupo en una clasificación, pero no como una clasificación taxonómica, en la cual distinguió nueve especies agregadas.

### ***Trichoderma sp. (Trichoderma harzianum)***

#### **Biología:**

Las especies de *Trichoderma* para su crecimiento necesitan un alto porcentaje de compuestos de carbono y fuentes de nitrógeno, el carbono y los requerimientos de energía de *Trichoderma* son obtenidos de monosacáridos y disacáridos, polisacáridos complejos, purinas, pirimidinas y aminoácidos (Meléndrez, 2007 y Sarabia *et al.*, 2009)

Pérez y Urbaneja (2001), refieren que la conidiación fotoinducida en *Trichoderma* puede ser inhibida por compuestos químicos, tales como: azacuanina, 5- fluoracil, actinomaycin D, cicloheximide y phenethyl alcohol.

Según Mónaco (1990) *Trichoderma sp* posee la habilidad de producir clamidiosporas, las cuales tienen gran importancia para llevar a cabo un control biológico, cabe mencionar que las clamidiosporas recién formadas presentan

un alto porcentaje de germinación (aproximadamente un 75%) bajo condiciones óptimas y en caso contrario solamente de 13 a 31 % de las preparaciones son viables. Este propio autor plantea que el primer experimento para determinar la producción de metabolitos tóxicos por las especies de *Trichoderma* fue realizado por Weinding en 1934, él demostró la producción de un metabolito fungicida por *Trichoderma lignorum*, el cual más tarde fue nombrado por Papakizas en 1985 como Gliotoxin, muy tóxico para *Rhizoctonia solani*. Este último autor descubrió un segundo antibiótico altamente fungistático, el cual se conoció como viridin y fue producido por *Trichoderma viridi*.

Jiménez *et al.* (2008) explica que Denis y Webster en 1991, demostraron que *Trichoderma sp* produce antibióticos diferentes a Gliotoxin y Viridin, aunque ellos fueron incapaces de demostrar la producción de otros antibióticos solubles en cloroformo.

### **Efecto de *Trichoderma sp* sobre los hongos fitopatógenos y la estimulación del crecimiento de las plantas**

Cervantes (2005); INIFAT (2007) y Trabanino *et al.* (2008) puntualizan que el género *Trichoderma* es un grupo de hongos ampliamente utilizado, debido a sus múltiples usos en la agricultura, es el fungicida biológico más ampliamente estudiado y empleado, de igual forma es estimulador de crecimiento en plantas y utilizado como agente de bioremediación ya que degrada algunos grupos de pesticidas de alta persistencia en el ambiente.

Además Pérez y Urbaneja (2001); Jiménez *et al.* (2008) y Sarabia *et al.* (2009) revelan que el hongo *Trichoderma harzianum* tiene un efecto antagonista comprobado sobre numerosos hongos del suelo como son: *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, evita el ataque de *Phytophthora*, teniendo también efecto sobre hongos del follaje como *Mildew* y *Botrytis cinerea*, siendo ésta última uno de los patógenos fundamentales de los viveros forestales.

Melo (1996); Lo *et al.* (1998); Cervantes (2005) y González (2007), aseguran que los estudios sobre estos hongos son numerosos, debido a la efectividad biológica manifestada en su actividad como biocontrolador de hongos

fitopatógenos, estos efectos se deben a la propiedad de emitir diversos complejos enzimáticos, antibióticos y metabolitos secundarios volátiles y no volátiles que degradan la pared celular de los mismos y además por el efecto de microparasitismo que origina sobre muchos tipos de hongos.

La cepa T- 22 puede vivir en cualquier tipo de suelo, y soportar un rango elevado de temperatura (10-34 °C) y de pH (4 – 8.5), por su rápido crecimiento sobre diferentes sustratos permite un fácil aislamiento y cultivo (Harman, 2000 y González, 2007).

Según Vázquez- Garcidueñas *et al.* (1998) la actividad conjunta de la quitinasa y  $\beta$  1.3 gluconasa obtenida a partir del cultivo de *Trichoderma sp* hace más efectivo el resultado del biocontrol al ejercer una actividad metabólica significativa sobre las células de los hongos patógenos.

Stefanova *et al.* (1999), aseveran que las especies de *Trichoderma sp* poseen suficiente efectividad biológica para ser utilizados en el manejo de enfermedades en las plantas causada por hongos fitopatógenos, definiéndolas como hiperparásitos competitivos que originan enzimas hidrolíticas y metabolitos con actividad antibiótica que ejercen cambios estructurales a nivel celular de los hongos patógenos, como la vacuolación, granulación, desintegración del citoplasma y lisis de la célula.

Mónaco (1990) al concluir estudios sobre el efecto de *Trichoderma spp*, aseveró que una característica que podría hacer más atractivo a estos agentes del control biológico, era la capacidad de aumentar el crecimiento de las plantas y de esa forma influir también en la disminución de los índices de enfermedades que afectan a los cultivos.

Chung *et al.* (1986), argumentan que la respuesta de la planta ante el efecto de *Trichoderma* se debe, en cierta medida a la disminución de patógenos numerosos de la rizosfera de las plantas, y que el elemento más importante que en la actualidad se le atribuye a este efecto es la emisión por estos hongos de metabolitos secundarios que influyen sobre la pared celular de las plantas.

Este aspecto fue coincidente con las aseveraciones en rábano (*Raphanus sativus L*) (Parets, 2002).

La *Trichoderma spp.* es capaz de inducir la estimulación del crecimiento en especie cultivadas debido al efecto que origina complejos enzimáticos secretados por este, que elongan las células vegetales y además, por la actividad antagónica que ejerce sobre hongos fitopatógenos, protegiendo las plantas de sus daños y permitiendo crecer más rápidamente (Andreu y Cupull, 1993; Galeano *et al.*, 2003 y Donosoa *et al.*, 2008).

Harman (2000) y Galeano *et al.* (2003) exponen que recientemente, se encontró que una cepa de *Trichoderma* contribuye al crecimiento en cuanto a profundidad de las raíces del maíz y algunos pastos, haciendo que estos cultivos sean más resistentes a la sequía. Así como que otro estudio indica que las raíces de maíz colonizadas por *Trichoderma* T22 requieren un 40% menos de fertilizantes nitrogenados con relación a las raíces que no se encuentran colonizadas.

Algunas especies de *Trichoderma* han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en especies tales como: clavel, crisantemo, tagetes, petunia, pepino, berenjena, arveja, pimienta, rábano, tabaco, tomate, lechuga, zanahoria, papa, algodón, frijol, judías, pastos ornamentales y Pinos (Galeano *et al.*, 2003 y Donosoa *et al.*, 2008).

Las semillas de pepino germinan dos días antes que aquellas que no van sido inoculadas con el hongo. La floración de *Pervinca rosea*, se acelera el número de botones por planta en crisantemo se incrementa y la altura y el peso de plantas son mayores que aquellas no tratadas. Según Chet (1993), tales respuestas han ocurrido consistentemente a concentraciones de  $10^8$  unidades formadoras de colonias por gramo de suelo, estas densidades de población son fácilmente aplicables al suelo en formulaciones, las cuales favorecen a su vez el incremento de la población de *Trichoderma* en el medio.

Se han realizado algunos estudios preliminares con 27 aislamientos de *Trichoderma* y 4 *Gliocladium* en estimulación de crecimiento sobre plantas de

frijol, donde los aislamientos seleccionados estimularon la germinación y presentaron un aumento en la altura de las plantas cercano a un 80% y una ganancia en peso cercana a un 60% (Harman, 2000). Similares resultados fueron obtenidos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por Paret (2002).

#### **Mecanismo de acción del hongo *Trichoderma harzianum*.**

Este hongo, para su establecimiento en el suelo, tiene la característica de que al momento de la aplicación inicial, la cantidad de esporas y estructuras de propagación del mismo, es baja en comparación con las existentes en el suelo de hongos fitopatógenos, un insecticida, actúa de forma instantánea, en tanto que el antagonista está creciendo y propagándose en el suelo, es decir, es un biopesticida aliado, que se está multiplicando en el suelo a favor del control de enfermedades, del aprovechamiento de nutrientes del suelo por el cultivo ya que ayuda a descomponer materia orgánica y está favoreciendo la microflora (Watanabe, 1995, citado por Biocontrol, 2005 y Donosoao, 2008).

González, (2007) plantea que al introducir el antagonista, en aplicaciones frecuentes, esto permite que una cantidad significativa del inoculo del organismo controlador se establezca y logre reducir de manera permanente y equilibrada al fitopatógeno a niveles donde no causa daño económico sobre el cultivo.

Existen algunas metodologías para aplicar el hongo de forma tal que se establezca en el suelo (Biocontrol, 2005): la aplicación inoculativa: que consiste en la aplicación inicial, en la cual se llevan las estructuras de propagación de *Trichoderma* spp. al sustrato del cultivo y la aplicaciones inundativas: que son las aplicaciones subsecuentes donde se "inunda" el sustrato con *Trichoderma* spp. aplicada al mismo a las dosis recomendadas; este método es recomendable porque permite que éste se establezca en el suelo y alcance un gran número de propágulos que garanticen no solo en control de la enfermedad sino también controlar todas las estructuras de supervivencia de los fitopatógenos alojados en el suelo.

### **2.1.5.2 Empleo de los hongos formadores de micorrizas**

El término "Micorrizas" fue propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomó del griego, donde "myco" significa hongo y "rhiz" raíces; o sea la asociación simbiótica entre ciertos hongos mutualistas del suelo y las raíces de las plantas; aunque esta asociación era conocida desde 1835 (hace 174 años), pero se consideraban inicialmente organismos parásitos. (Howeler, 1983; Siqueira y Franco, 1988; Ferrer y Herrera, 1991; Sieverding, 1991; Hernández, 2005).

Salamanca y Cano (2008) refieren que los estudios realizados por el científico alemán fueron confirmados a través de técnicas de las ciencias modernas y constituyeron las bases de la micorrizología que se expandió por el mundo, representando hoy día una importante rama interdisciplinaria de las Ciencias Biológicas, con grandes posibilidades de explotación comercial, aumentando la producción de alimentos y reduciendo los costos y el impacto de los sistemas modernos de producción sobre el medio ambiente.

Según Siqueira y Franco (1988) la definición más moderna del término Micorrizas es: "Simbiosis endofítica, biotrófica y mutualista prevaleciente en la mayoría de las plantas vasculares nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y la perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta para la regulación de funciones y el intercambio de metabolitos, con beneficios mutuos".

Las Micorrizas son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, siendo la resultante de la unión orgánica entre estas y el micelio del hongo, como un órgano morfológicamente independiente con dependencia fisiológica íntima y recíproca seguidas del crecimiento de ambas partes, con funciones estrechas, (Alarcón *et al.*, 1994; Fernández *et al.*, 1999 y Galeano *et al.*, 2003; Hernández, 2005).

En Cuba se han realizado prospecciones y ubicaciones taxonómicas de varias cepas de HMA en diferentes zonas del país, originándose diferentes productos comerciales como MicoFert®, EcoMic®, utilizándose con éxito en diferentes

cultivos como: posturas de cafetos, cítricos y frutales, adaptación de Vitro plantas, semilleros de hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, maíz, entre otros (Siquiera y Franco, 1988; IES, 1995; INCA, 1998 y Bertulí y Sosa, 2005).

Sobre las ventajas de los HMA se ha reportado por el INCA (1998); Hernández (2005) y Barroetaveña y Rajchenberg (2005) que estos incrementan el crecimiento de las plantas y los rendimientos agrícolas, aumentan el aprovechamiento de los fertilizantes y de los nutrientes del suelo, y por consiguiente, disminuyen los costos por concepto de aplicación de estos insumos, no degradan los suelos y contribuyen a la regeneración de los mismos.

El aporte realizado a la nutrición de las plantas, cuando se logra una eficiente simbiosis hongo – raíz, es que aumentan la capacidad de la planta de movilizar y absorber fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu) y cinc (Zn), además de defender el espacio radical con las excreciones de antibióticos (Safir, 1980; Primavera, 1990; Santamargarita, 2005; Hernández, 2005; Hamel *et al.*, 2008 y Ferraris y Couretot, 2009).

Sánchez *et al.* (2000), en viveros de cafeto, comprobaron que cepas eficientes de HMA producen incrementos significativos en las extracciones de N y P por la planta, obteniéndose índices de eficiencia (IE) de las extracciones entre 30 y 45 % en dependencia del tipo de suelo y su fertilidad.

Varios autores han hecho énfasis en la importancia, beneficios y ventajas de la simbiosis micorrízica (Ferrer y Herrera, 1991; CIAT, 1991; Thomas *et al.*, 1994; MES, 1995; Martínez Viera y Hernández, 1995; Fernández *et al.*, 1997; INCA, 1998; Santamargarita, 2005; Barroetaveña y Rajchenberg, 2005), otros trabajos se han referido al aislamiento y clasificación de las especies y cepas (Tester *et al.*, 1987; Ferrer y Herrera, 1991; Sieverding, 1991; Furrázola *et al.*, 1992; Alarcón *et al.*, 1994), aspectos en los cuales no siempre existen criterios coincidentes.

Santamargarita (2005); Hernández (2005) y Popoff (2007) explican que las Micorrizas se agrupan sobre la base de la anatomía de las raíces que colonizan en: Ectomicorrizas, Ectoendomicorrizas y Endomicorrizas.

**Ectomicorrizas:** Su característica es la penetración de las hifas del hongo entre las células de la corteza radicular formando un manto fúngico o “red de Harting”, el cual provoca cambios anatómicos que producen el crecimiento dicotómico de las raíces, fragmentando las mismas, lo que se pueden visualizar macroscópicamente.

**Ectoendomicorrizas:** Presentan características intermedias entre las Ectomicorrizas y las Endomicorrizas, su distribución es restringida.

**Endomicorrizas:** Se caracterizan por penetrar en el interior de las células corticales, pero no atraviesan la membrana protoplasmática; no forman manto ni modificaciones morfológicas evidentes en las raíces y son difícilmente apreciables a simple vista, este grupo incluye los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA) que constituyen las simbiosis más extendidas sobre el planeta. Las micorrizas vesículo arbusculares (VAM), son las más representativas de las endomicorrizas. En contraste con las ectomicorrizas solo se conocen 150 especies de hongos VAM. Sin embargo este tipo de hongos se asocian con unas 300,000 especies de plantas. Entre las plantas que se asocian con hongos VAM se encuentran los cultivos agrícolas, frutales y plantas ornamentales, enredaderas, pastos, árboles como el maple, olmo, fresno, sicomoro, nogal, cerezo, acacia, magnolia, ginkgo, palmito, laurel. Los hongos VAM no tienen asociaciones específicas, cualquier especie de hongo puede establecer micorrizas con todas las plantas que se asocian naturalmente con VAM.

**Beneficios en la protección del sistema radical contra organismos fitopatógenos.**

Hernández (2005) y Santamargarita (2005) refieren que en los últimos años ha ganado interés entre los científicos e investigadores el efecto benéfico de los HMA como biocontrol de organismos fitopatógenos en el sistema suelo-planta,

por ejemplo, que se informa por varios autores el efecto controlador, inhibidor, protector o reductor de las poblaciones de nemátodos parasíticos de varios cultivos por los HMA y se señala una disminución de los niveles poblacionales de *Meloidogyne incognita*; *Meloidogyne hapla*; *Meloidogyne javanica*; *Pratylenchus brachyurus*; *Glodobera solanacearum* y otros.

Popoff (2007) plantea que no siempre se tiene total conocimiento entre los productores de las ventajas que ofrece este microorganismo y se le atribuye casi exclusivamente el efecto como aportador de nutrientes, sin considerar el resto de los beneficios que el mismo pueda brindar.

Las micorrizas son asociaciones mutuamente benéficas entre las raíces no leñosas de las plantas y un número importante de especies de hongos altamente especializados. Su presencia es tan común en las raíces como lo es la clorofila en las hojas, por lo cual uno no debe preguntarse si una planta esta micorrizada o no, sino más bien qué tipo de micorriza está presente y cuál es su grado de colonización en la raíz. En suelos pobres se encuentra el mayor impacto en la respuesta de los árboles debido a los beneficios causados por la micorriza.

### **3. Materiales y métodos**

La investigación se realizó en el vivero forestal de la UEB Silvícola Aguada perteneciente a la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, en las especies Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), en el período comprendido del 7 de Enero del 2011 al 31 de Agosto del 2011.

El comportamiento de las variables agroclimáticas en el período del experimento aparece en el anexos 1.

#### **3.1 Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento en la Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill).**

Para el estudio del efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones en las posturas de las especies seleccionadas, se compararon 8 tratamientos con 33 observaciones, en un diseño completamente aleatorizado.

Las variantes o tratamientos empleados fueron:

1. Testigo
2. Micorriza *Glomus fasciculatum*.
3. Solución de *Trichoderma harzianum*. Rifai.
4. Solución de *Trichoderma harzianum*. Rifai + Micorriza *Glomus fasciculatum*
5. Solución de *Trichoderma harzianum*. Rifai + Agua residual.
6. Micorriza *Glomus fasciculatum* + Agua residual
7. Agua residual.
8. Fertilización química según Manual para viveros forestales (2003).

En los experimentos las bolsas se llenaron con una mezcla de suelo del lugar y materia orgánica en proporción: 90 % de suelo y 10 % de M.O., siguiendo los criterios de Álvarez (2006). Las características agroquímicas del sustrato aparecen en el anexo 2. Como material de siembra se utilizó semilla certificada

procedente de la Empresa Forestal Integral Cienfuegos, las cuales poseían los siguientes porcentajes de germinación: Algarrobo de el país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) 96 % y Teca (*Tectona grandis* L.) 88%, se depositaron dos semillas por bolsa a las cuales se le aplicó el tratamiento pre germinativo siguiendo recomendaciones de Gras (2003) para estas especies: agua hirviendo durante 30 segundos en el Algarrobo de el país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) en la Teca (*Tectona grandis* L.) se alternó remojo y secado de la semilla durante 14 días con agua corriente, y se les realizaron todas las atenciones culturales hasta el trasplante, previstas en el Manual para viveros forestales (2003).

En el tratamiento dos se utilizó: **EcoMic**®, inoculante producido por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba basándose en hongos formadores de micorrizas arbusculares, cepa *Glomus fasciculatum* con un grado de infectividad de 20 esporas por gramo inoculante (INCA, 2010), se aplicó según la metodología de pelletización a la semilla descrita por Paneque *et al.* (2004).

En el tratamiento tres se empleó el hongo *Trichoderma harzianum*, Rifai cepa 34 producido en el CREE de la Empresa Pecuaria “Aguada” con una concentración de  $3.0 \times 10^9$  ufc y viabilidad del 98 % tomado de Certificado de Calidad emitido por LAPROSAV (2010) muestra 9 Lote 20 con fecha 30-10-10. Se aplicó una formulación líquida siguiendo las recomendaciones de Mesa *et al.* (2006), 60 ml de la misma de forma semanal al sustrato de cada bolsa, a partir de la siembra, la cual poseía  $1.2 \times 10^9$  ufc, viabilidad 98 %, según CREE (2010).

En la combinación de los dos microorganismos (tratamiento cuatro) se realizaron los mismos procedimientos descritos por Mesa *et al.* (2006) y Paneque (2005) aplicados a los tratamientos dos y tres respectivamente.

En el tratamiento cinco se aplicó agua residual de la producción de torula obtenidas en la Empresa Azucarera Antonio Sánchez perteneciente al municipio Aguada de Pasajeros, la cual poseía las siguientes características, tomados del Laboratorio de análisis (2011) con fecha 09-01-11.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

pH	N <sub>2</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg.l <sup>-1</sup> )	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (ppm x 10 <sup>6</sup> )	Conductividad (mmScm <sup>-1</sup> )
4.7	205	62	340	0.50

Siguiendo recomendaciones de Peneque (2005) se añadió al sustrato de cada bolsa 30 ml de una dilución de este residual al 33 %, para controlar el pH a valores no perjudiciales para las plantas (en este caso pH=5.5), unido a 30 ml de la formulación líquida de *Trichoderma* con una frecuencia semanal.

En el tratamiento 6 se aplicó micorriza *Glomus fasciculatum* según la metodología de pelletización a la semilla descrita por Paneque *et al.* (2004) y se realizaron aplicaciones semanales de 60 ml de agua residual con el mismo procedimiento del tratamiento cinco.

En el tratamiento 7 se realizaron aplicaciones semanales del residual con el mismo procedimiento empleado en los tratamientos cinco y seis.

Para la fertilización química (tratamiento 8), siguiendo criterios del Manual para viveros forestales (2003), se empleó como portador de nitrógeno el Nitrato de Amonio en forma de solución a una proporción de 400 g por mochila equivalente a 1.7g por bolsa en cada aplicación, una primera aplicación a los dos meses de la siembra y una segunda aplicación, dos meses después; como portador de fósforo y potasio, el Superfosfato Triple a razón de 1.0 g por bolsa unido al Cloruro de Potasio este último a una dosis de 0.6 g por bolsa. Ambos fertilizantes se mezclaron con el sustrato antes del llenado de las bolsas.

En el momento de las aplicaciones el sustrato poseía una capacidad de campo por bolsa de 60 ml determinado según la metodología descrita por INIFAT (2007).

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

1. Altura (cm.) de las posturas, a las 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 22 semanas después de la germinación.
2. Diámetro basal (mm.) de las posturas, a las 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 22 semanas después de la germinación.

### **Análisis estadístico utilizado**

A la altura y diámetro basal de las posturas se le aplicó comparación de medias, con dócima de Tukey, para  $p < 0.05$  utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0.

### **3.2 Influencia de estas alternativas agroecológicas sobre la calidad de las posturas de estas especies.**

Cuando las posturas reunían los requisitos establecidos por Gras *et al.* (2003) para el trasplante se les determinó:

1. Altura de la planta (cm.).
2. Diámetro basal (mm.)
3. Masa seca total (g).
4. Masa seca foliar (g).
5. Masa seca de la raíz (g).

A partir de las mediciones anteriores se calcularon los siguientes índices morfológicos:

1. Relación: Masa seca aérea/ Masa seca de la raíz (PSA/PSR).
2. Índice de esbeltez, utilizando la fórmula propuesta por Cobas *et al.* (2008):

$$L/D = \text{Altura cm./ diámetro basal (mm.)}$$

3. Índice de calidad de Dickson. (Qi) según la fórmula descrita por Cobas *et al.* (2008)

$$QI = \frac{\text{Pesototal}(gr)}{\frac{\text{Long}(cm)}{\text{Diam}(cm)} + \frac{\text{PesoAéreo}(gr)}{\text{PesoRaíz}(gr)}}$$

Para la determinación de las masas: aérea, radical y total, se utilizó el método gravimétrico escrito por Guridi *et al.* (1987), (secado en estufa a 65 °C hasta peso constante).

### **Análisis estadístico utilizado**

A la altura y diámetro basal de las posturas, así como a los indicadores: relación masa seca aérea/ masa seca de la raíz, índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson se les aplicó ANOVA de un factor, con dócima de Tukey, para  $p < 0.05$  utilizando el paquete estadístico SPSS para Windows versión 15.0.

### **3.3 Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas de las especies forestales en análisis.**

Este análisis se le realizó a cada uno de los experimentos teniendo en cuenta la fecha en que las posturas alcanzaron la calidad óptima en la mayoría de los tratamientos. Se calculó el gasto de producción de las posturas necesarias (anexos 3a y 3b), de acuerdo con la ficha de costo recomendada por EFI (2009) para plantar una hectárea más un 15% de reposición; se determinaron los ingresos que generaban las mismas se obtuvo así el índice de rentabilidad o relación costo beneficio a través de la siguiente fórmula, recomendada por: Weston y Brigham (2007).

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+k)^t}}{I}$$

**Donde**

FCn = Representan los ingresos o los flujos netos de efectivo.

k = Es la tasa de descuento apropiada, o costo.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de pasturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

I = Costo inicial.

n = Vida esperada del proyecto.

t = Tiempo

El análisis se realizó con los valores en MN.

## **4. Resultado y Discusión**

### **4.1 Análisis de la Teca (*Tectona grandis* L.).**

#### **4.1.1 Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de Trichoderma, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento y desarrollo de las posturas de teca (*Tectona grandis* L.).**

##### **Análisis del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre la altura de las posturas.**

La dinámica de crecimiento en la teca, revela que a partir de la 8va semana existe una tendencia al incremento de la altura de las posturas del tratamiento donde se aplicó micorrizas con residual (Figura 1), que supera significativamente la respuesta del testigo (7.31a cm. contra 2.83c cm. en el testigo), difiriendo además del resto de los tratamientos, los cuales también diferían de éste, con excepción del tratamiento donde se aplicó residual solo que fue muy inferior, situación similar obtuvo Ramírez (2010) en cedro y soplillo al aplicar la combinación micorriza con residual.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

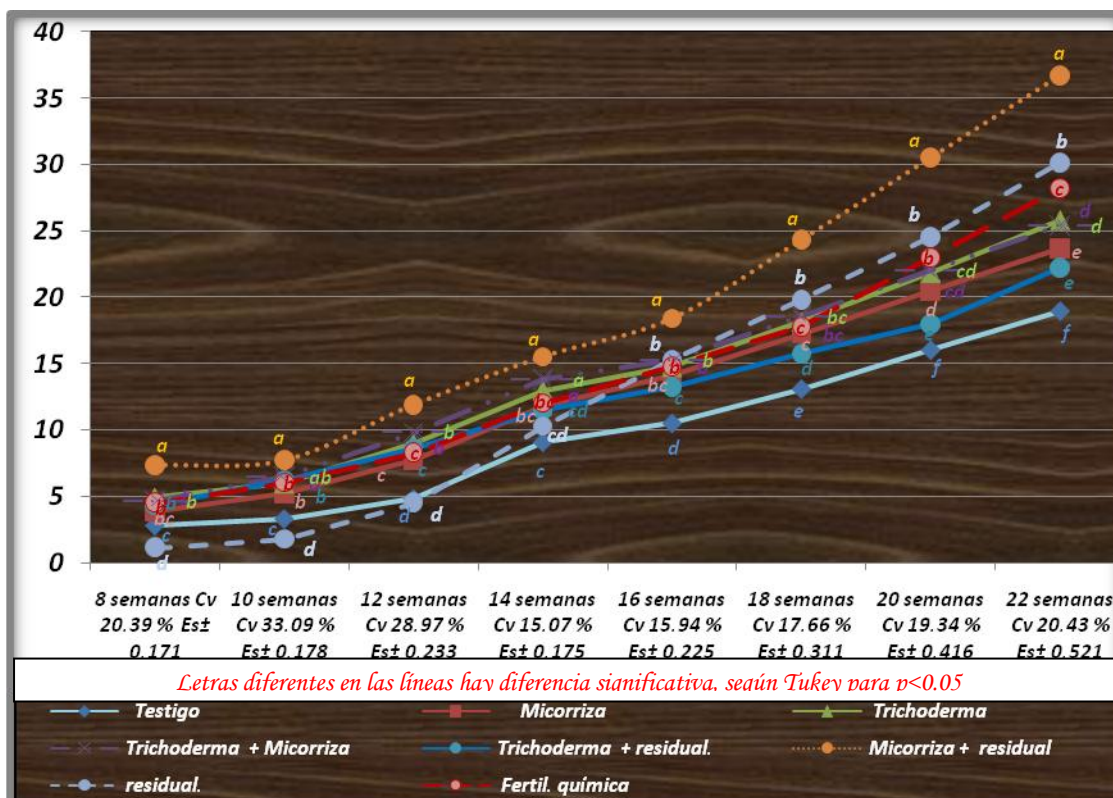


Figura 1. Dinámica de la altura del tallo (Teca)

Así mismo al analizar el resto de los momentos se observa cómo a partir de la semana 12 comienza a verse un marcado efecto sobre el desarrollo de las posturas en la aplicación de residual solo, alcanzando valores similares a la aplicación de micorrizas con residual, los cuales superan también al fertilizante químico. El residual utilizado en la investigación, se caracteriza por presentar pH 5.5 después de la dilución, así como gran cantidad de materia orgánica y nutrientes (N, P y K) (Laboratorio de Análisis, 2011) todo lo cual pudo retardar al inicio el crecimiento de las plantas y después estas al adaptarse a las condiciones del residual posibilitó un incremento en la altura. El resto de los tratamientos se mantenía creciendo pero más lento, siempre con diferencia significativa con respecto al testigo.

De igual forma en el resto de las ocasiones el comportamiento es similar y las 22 semanas existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, pero cabe destacar que todos superan notablemente al testigo incluso casi dobla su valor (micorriza con residual con un valor de altura de 36.69a y testigo con 18.92 f). Estos resultados corroboran los planteamientos de que ambos

microorganismos por separado estimulan el crecimiento en numerosos cultivos (Cervantes, 2005; Barroetaveña y Rajchenberg, 2005; INIFAT, 2007 y Trabanino *et al.*, 2008) donde las micorrizas al asociarse con las raíces tienden a favorecer el desarrollo de éstas incrementando la capacidad de extracción de nutrientes (Santamargarita, 2005; Hernández, 2005 y Popoff, 2007). Así como en el género *Trichoderma* se ha comprobado su papel como promotor del crecimiento vegetal el cual se manifiesta desde las primeras fases de la plántula, además se ha demostrado que este hongo favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo como los hongos formadores de micorriza arbuscular (Parets, 2002 y Jiménez *et al.*, 2008).

#### **Análisis del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre el diámetro basal de las posturas.**

Se produjeron incrementos significativos ( $p < 0.05$ ) en el diámetro basal de las posturas (Figura 2), donde la alternativa donde se aplicó micorriza con residual muestra los valores más elevados con (9.94 a mm. contra 4.83d mm que arrojó el testigo), a las 18 semanas, superando también al fertilizante químico. Los demás tratamientos superaban al testigo. Según Fernández (2005) y Ferraris y Couretot (2009), la micorriza provoca un aumento de la capacidad absorbente de la raíz, así como modificaciones en la dinámica del equilibrio de nutrientes entre la fase sólida y líquida del sustrato, donde se favorece la absorción de N, P, K, Mg, Ca, Cu y B y Marlene (2010) encontró que al ser unido este microorganismo con el residual estas propiedades se intensifican.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

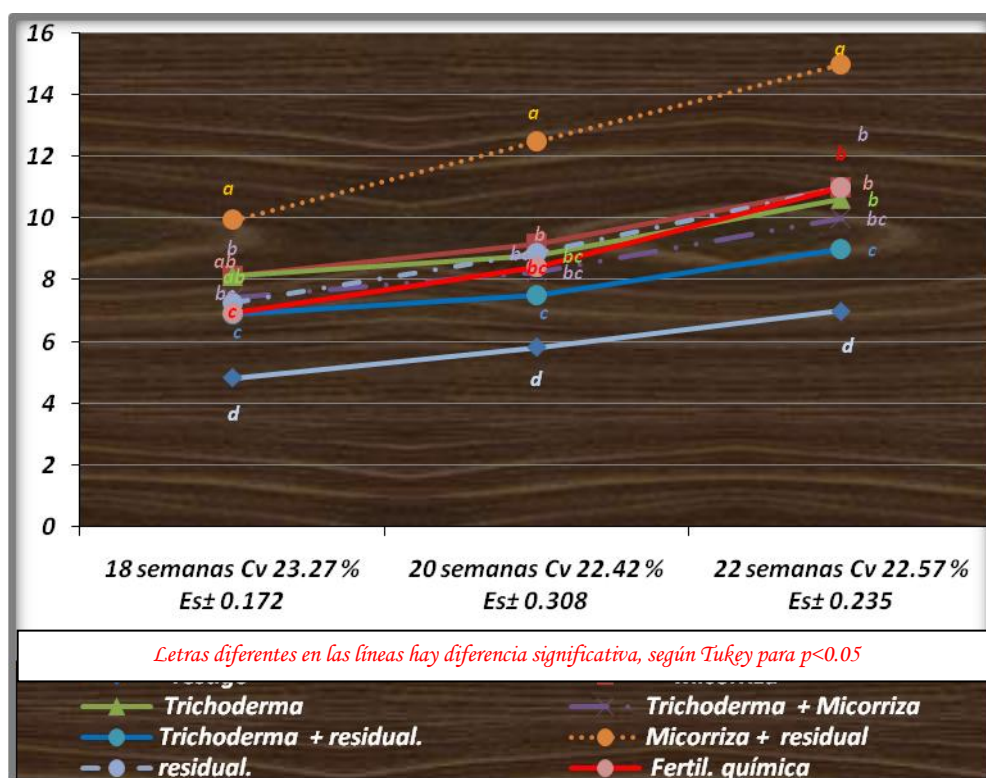


Figura 2. Dinámica del diámetro basal (Teca)

En el resto de los períodos el comportamiento se presenta de forma similar observándose un efecto positivo y significativo en la aplicación micorriza con residual, el resto de los tratamientos superan al testigo. Resultados similares al inocular micorriza, fueron obtenidos en viveros de: Cedro, Teca, Eucaliptos, Caoba Hondureña, Acassia, Algarrobo y Casuarina por: Bertulí y Sosa (2005), Marx (2009) y Mecinas y Carrillo (2009). La consecuencia de la acción de este hongo provoca una alteración positiva del equilibrio hormonal de la planta que favorece su estado fisiológico y nutricional, (Hernández, 2005). Se ha encontrado que el funcionamiento de la mayoría de las especies de HMA oscila a valores de pH entre 5 y 6 (INCA, 2006), así como que el Nitrógeno es un elemento esencial requerido para el crecimiento microbiano (Ferrera y Alarcón, 2001) características tales que posee este residual.

#### 4.1.2 Influencia de las alternativas agras ecológicas seleccionadas sobre el desarrollo y calidad de las posturas de teca

Al analizar la altura de las posturas para ( $p < 0.05$ ) (Figura 3) se evidencia los mejores resultados en la aplicación de micorriza con residual (36.69 a cm.), la que difiere significativamente del resto de los tratamientos, los cuales difieren a su vez con el testigo (18.92 f cm.), todo lo cual corrobora lo expuesto por Fors (1967) y Bisse (1988), en cuanto al rápido crecimiento de esta especie en presencia de altas poblaciones de microorganismos en el suelo.

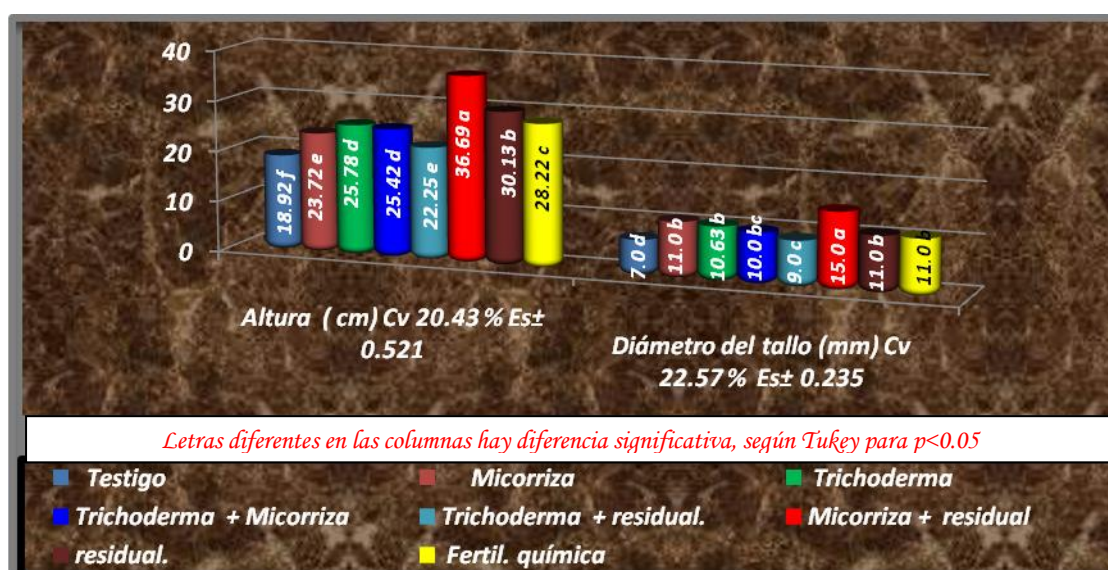


Figura 3. Altura y diámetro basal de las plantas de Teca cuando las posturas estaban listas para el trasplante.

El diámetro basal presenta similar respuesta a la altura de las plantas, donde la alternativa donde se aplicó micorriza con residual, muestra los valores más elevados (15.0a mm.); y el resto de los tratamientos difieren del testigo. Según Fernández (2005) y Ferraris y Couretot (2009), este microorganismo provoca un aumento de la capacidad absorbente de la raíz favorecida por las condiciones del residual ya anteriormente expuestas.

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

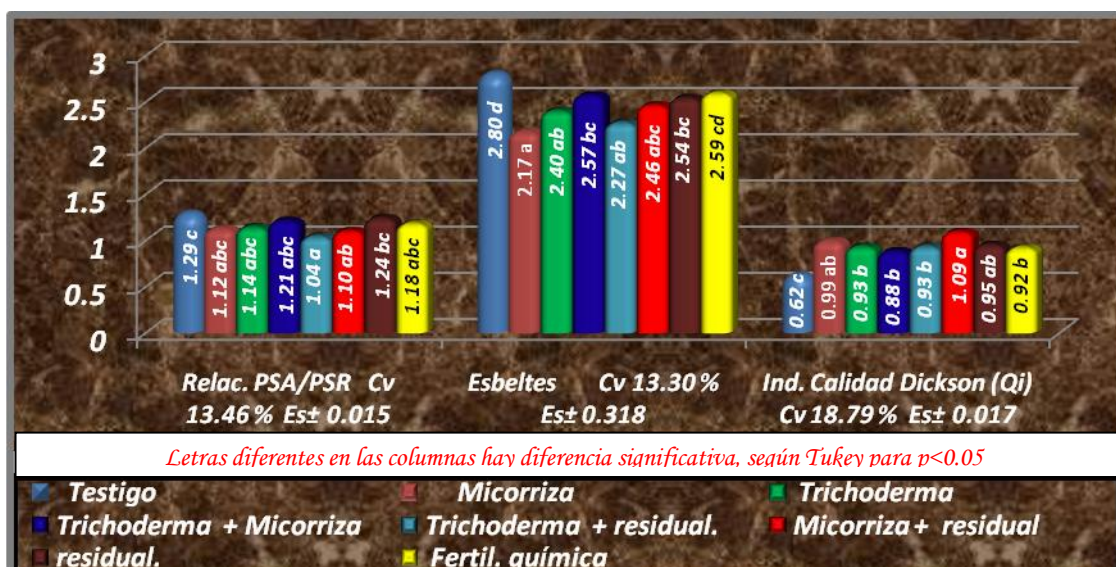


Figura 4. Índices morfológicos de las plantas de Teca a las 22 semanas de inicio de la germinación.

La aplicación de *Trichoderma* con residual ( Figura 4) muestra los menores valores (1.04a) en la relación PSA/PSR aunque no presenta diferencia significativa con el resto de los tratamientos con excepción del testigo. Estos resultados corroboran los planteamientos de que ambos microorganismos por separado estimulan el crecimiento en numerosos cultivos (Cervantes, 2005; Barroetaveña y Rajchenberg, 2005; INIFAT, 2007 y Trabanino *et al.*, 2008) donde las micorrizas al asociarse con las raíces tienden a favorecer el desarrollo de éstas incrementando la capacidad de extracción de nutrientes (Santamargarita, 2005; Hernández, 2005 y Popoff, 2007). Así como en el género *Trichoderma* se ha comprobado su papel como promotor del crecimiento vegetal, ello le confiere mayores ventajas a la hora del trasplante al campo, ya que al poseer mayor vigor, hace frente a condiciones de estrés con mayor éxito que las plantas con un menor crecimiento por lo que están mejor preparadas para resistir estrés hídrico (Pérez y Urbaneja, 2001); además se ha demostrado que este hongo favorece la proliferación de organismos benéficos en el suelo como los hongos formadores de micorriza arbuscular (Parets, 2002 y Jiménez *et al.*, 2008), lo cual explica como la simbiosis de ambos provoque un desarrollo más equilibrado entre la parte foliar y radicular y con la consiguiente proporción entre la absorción y la evapotranspiración en la especie (Vázquez y torres, 1995).

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

El comportamiento de la esbeltez coincide con lo anterior donde se destacan las aplicaciones de *Trichoderma* con residual (2.27 ab), *Trichoderma* (2.40 ab) y micorriza (2.17 a) con los valores más bajos, difiriendo de la alternativa fertilizante químico (2.59 cd) y testigo (2.80 d), lo que resulta favorable para las posturas que se establecen en las zonas con características adversas.

Como aspecto interesante se encontró que el índice de calidad de Dickson se aprecia como los valores más elevados lo muestran las posturas donde se aplicó *micorriza* con residual, no presentando diferencia significativa con el residual y con la micorriza lo que puede ser explicado ya que estas asociaciones micorrízicas aumentan la tolerancia de las plantas a condiciones abióticas adversas como sequía y salinidad (Fernández, 2005 y Hernández, 2005) pues se produce un aumento del contenido de agua, debido a un incremento de la conductividad hídrica de la planta o a una disminución de la resistencia al flujo de agua a través de ella, alcanzando un umbral que desencadene la estimulación de crecimiento de la Teca dada sus características de pH ácido y gran cantidad de materia orgánica y nutrientes (Laboratorio de Análisis, 2011). El resto de los tratamientos, exceptuando al testigo, presentan valores numéricos altos por lo que siguiendo el criterio de Oliet (2000) al parecer en estas alternativas las posturas están bien desarrolladas y al mismo tiempo las fracciones aéreas y radical están equilibradas.

Tabla 1. Parámetros de calidad ( Fors, 1975; Gras <i>et al.</i> , 2003 y Sablón, 2006)						
Especie (Nombre Vulgar)	Categoría	Tiempo en vivero (semanas)	Altura (cm)	Diámetro basal (cm)	PSA/PSR	Índice de Esbeltez
Teca	I	34 - 43	25 - 30	1.0 – 1.5	Cercano a la unidad	2.0 - 2.5
	II		20 - 25	0.8 – 1.0		2.5 - 3.0
	III		- 20	- 0.8		+ 3.0

Otro aspecto importante lo constituye el adelanto en el ciclo productivo, pues al comparar los resultados obtenidos con lo referido en la tabla 1 se aprecia que

con las alternativas usadas a las 22 semanas las posturas, exceptuando las del testigo, poseen la calidad establecida para el trasplante, este último no alcanza tales características hasta las 34 semanas, por lo que se reduce el ciclo de vivero en esta especie en 12 semanas.

#### **4.1.3 Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas en la Teca.**



Figura 5. Comportamiento del índice de rentabilidad en la teca.

En el análisis económico del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre la producción de posturas de teca (Figura 5) se revela que todas las alternativas aplicadas muestran resultados similares, donde se observa un índice de rentabilidad con valores relativos superiores al testigo, el cual adquiere los niveles de calidad requeridos para el trasplante establecidos por Gras *et al.* (2003) y Sablón (2006) a las 34 semanas, lo que trae consigo una disminución del tiempo de las posturas en el vivero en 12 semanas, por lo que se reducen los costos por concepto de salario, vacaciones y seguridad social, con incremento de su rentabilidad.

#### 4.2 Análisis de algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)

##### 4.2.1 Efecto del empleo de aguas residuales de la producción de torulas, el biopreparado de *Trichoderma*, la Micorriza arbuscular y sus combinaciones sobre la dinámica de crecimiento el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)

**Análisis del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre la altura de las posturas.**

La dinámica de crecimiento en el Algarrobo del País (Figura 6), revela que a partir de la 8va semana existe una tendencia al incremento de la altura de las posturas de todos los tratamientos con respecto al testigo. A las 10 semanas se podía apreciar de forma significativa el incremento del tratamiento de la aplicación de trichoderma con micorriza no difiriendo de la micorriza más residual y el fertilizante químico (30.21a, 30.09ab y 28.79 abc), todos los tratamientos superan significativamente al testigo.

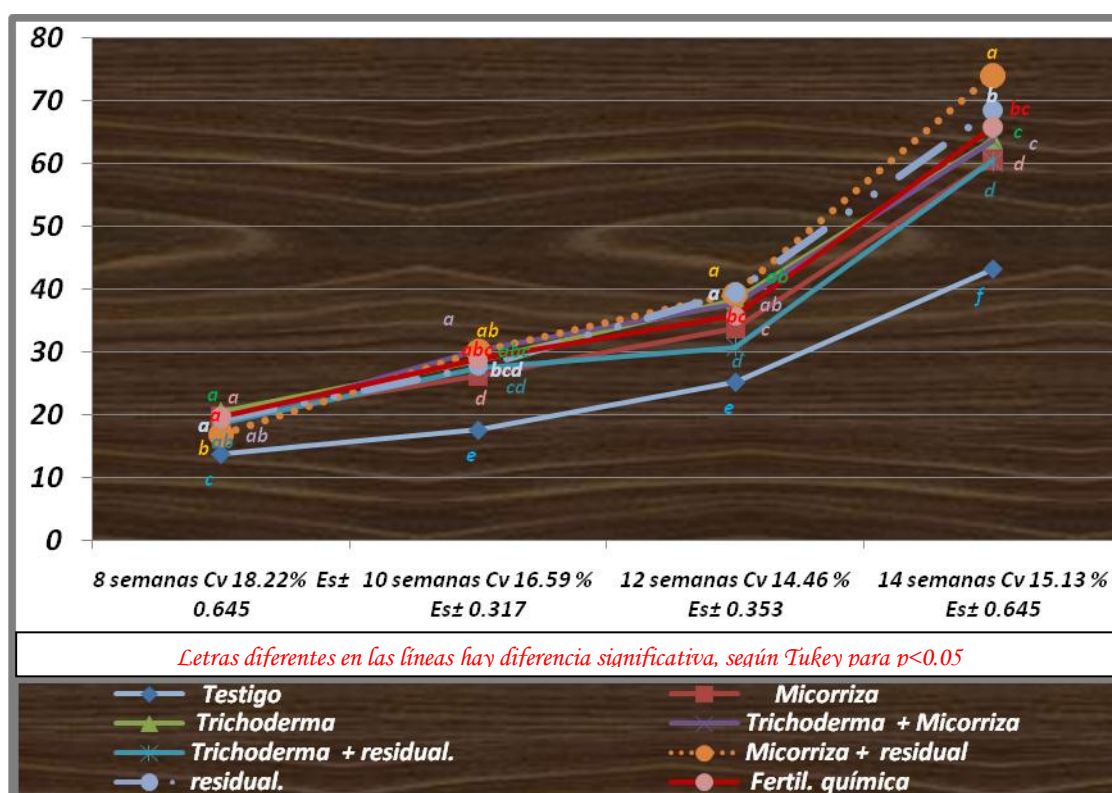


Figura 6. Dinámica de la altura del tallo (Algarrobo de País).

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

A las 12 semanas los tratamientos de micorriza mas residual y residual obtienen los mejores resultados (39.22 a, 39.38a), no difiriendo de las aplicaciones de trichoderma y la trichoderma con micorriza, y por último a las 14 semanas el mejor comportamiento lo presenta también la aplicación de micorriza con residual, donde se pone de manifiesto la efectividad del uso de la trichoderma, la micorriza y el residual en cuanto al crecimiento de las plantas obtenido en otras especies (Andreu y Cupull, 1993; Cupull, 2002; Torres *et al.*, 1984; Partes, 2002; Galeano *et al.*, 2003; Mesa *et al.*, 2006 y Donoso *et al.*, 2008).

**Análisis del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre el diámetro basal de las posturas.**

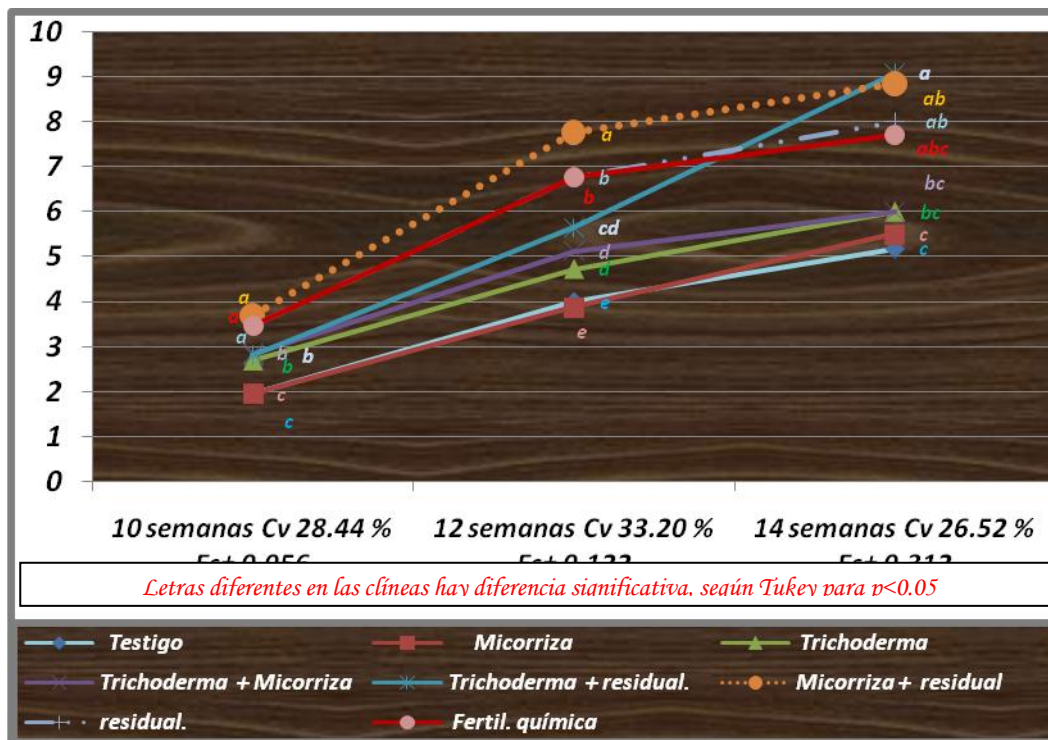


Figura 7. Dinámica del diámetro basal (Algarrobo de País)

Al analizar el diámetro basal (Figura 7), se puede observar como a las 10 semanas presenta similar comportamiento al de la altura de las plantas, revelando los mayores valores las alternativas donde se aplicó micorriza con residual, residual y fertilizante químico (3.70 a, 3.46 a, y 3.46a). Todos los demás tratamientos superaban al testigo excepto la aplicación de micorrizas. A

las 12 semanas se aprecia como también en esta especie se destaca la aplicación de micorriza con residual (7.74 a mm), difiriendo del resto sólo la alternativa micorriza (3.88 e) no presenta diferencia significativa con el testigo (4.00 e). Así mismo a las 14 semanas observamos como las aplicaciones trichoderma con residual, micorriza con residual y residual solo obtienen los mayores valores (9.08a, 8.83 ab y 8.00 ab mm.), lo que reafirma una vez más un alto contenido de nutrientes en el residual de torula que influye sobre el crecimiento de la caña de azúcar y otros cultivos (Paneque, 2005 y Ramírez, 2009) ya explicado con anterioridad.

#### **4.2.2 Efecto de estas alternativas agro ecológicas sobre la calidad de las posturas de esta especie.**

A las 10 semanas de la germinación todos de los tratamientos exceptuando al testigo habían alcanzado la altura para ser llevados a la plantación (Figura 8), se puede señalar como la aplicación de trichoderma con micorriza adquiere los mayores valores, no presentando diferencia significativa con los tratamientos trichoderma, micorriza con residual y el fertilizante químico. Varios estudios demuestran que *Trichoderma* estimula el crecimiento de los cultivos porque posee metabolitos que promueven los procesos de desarrollo en las plantas, además este hongo ayuda a descomponer la materia orgánica, haciendo que los nutrientes se conviertan en formas disponibles para la planta, por lo tanto tiene un efecto indirecto en la nutrición del cultivo (Galeano *et al.*, 2003).

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

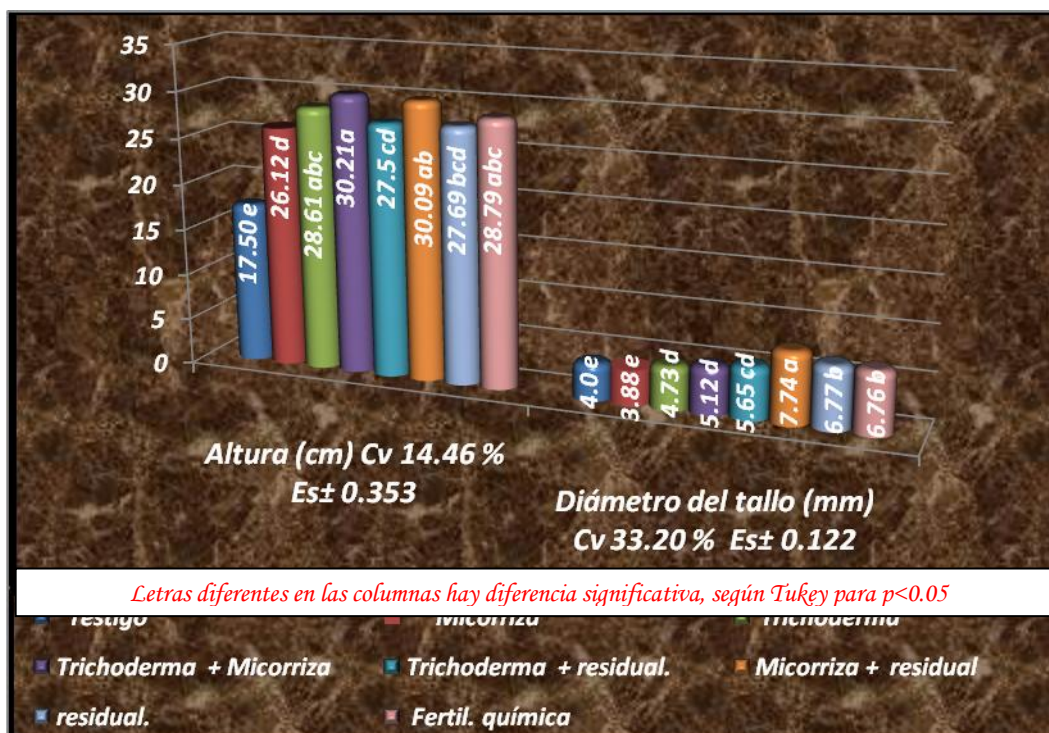


Figura 8. Altura y diámetro basal de las plantas del Algarrobo de País cuando las posturas estaban listas para el trasplante (10 semanas).

En el diámetro basal, al igual que en la Teca el mejor comportamiento lo manifiesta la aplicación de micorriza con residual, aunque solo la micorriza no difiere del testigo. Cabe destacar como aspecto relevante el comportamiento desfavorable de la micorriza sola en esta especie, sin embargo no ocurre lo mismo con la combinación de ésta con el residual donde se observa un efecto beneficioso, lo que se debe al aporte nutricional y al pH del residual que propicia el desarrollo de la micorriza, aspecto ya analizado anteriormente.

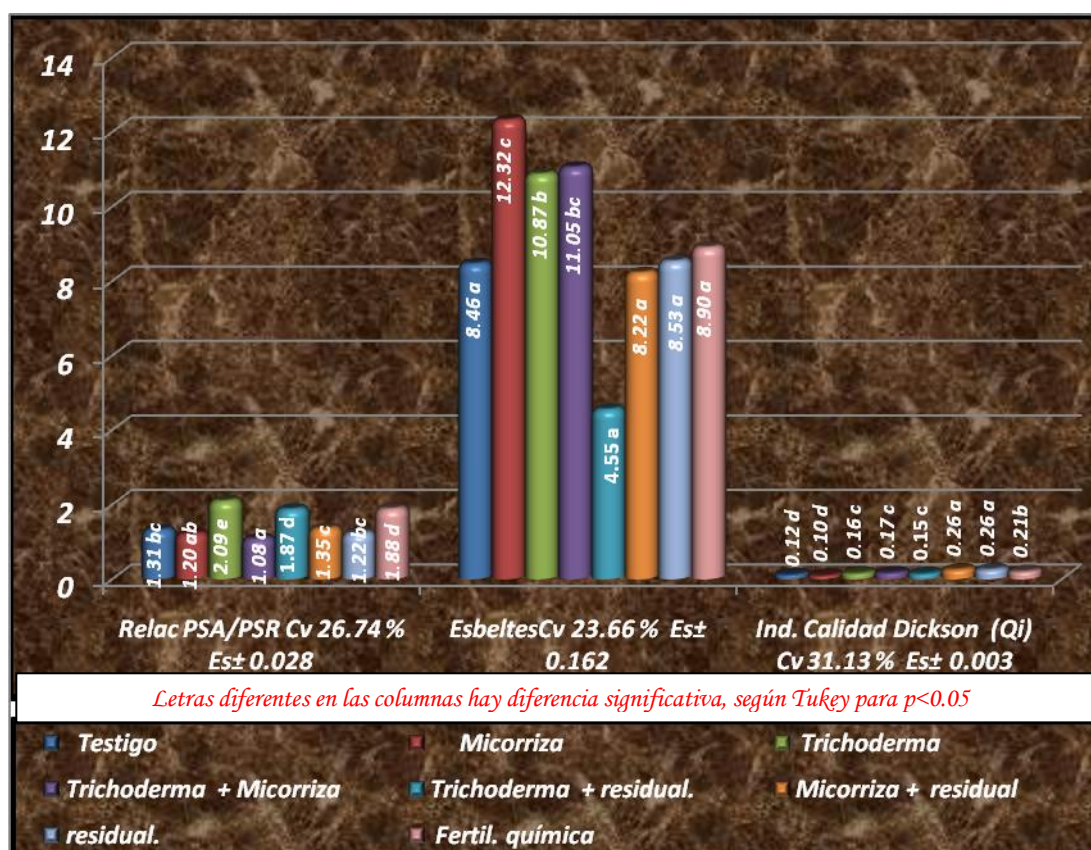


Figura 9. Índices morfológicos de las plantas del Algarrobo de País cuando las posturas estaban listas para el trasplante.

La alternativa donde se aplicó *trichoderma* con residual es la de mejor comportamiento en la relación PSA/PSR (Figura 9), al poseer los menores valores (1.08e), la cual exhibe diferencia significativa con el resto de los tratamientos, esto confirma la influencia beneficiosa de este hongo para las plantas (Galeano *et al.*, 2003) ya explicado anteriormente. En cuanto a la esbeltez no se observa diferencia significativa con el testigo.

Se pone de manifiesto también en esta especie el efecto positivo de la combinación micorriza con el residual y residual donde el índice de calidad de Dickson muestra los valores más elevados (0.26a), pues se observa diferencia significativa con el resto, lo que coincide además con el criterio de (Safir, 1980; Primavera, 1990; Santamargarita, 2005; Hernández, 2005; Hamel *et al.*, 2008 y Ferraris y Couretot, 2009) en que cuando se logra una eficiente simbiosis hongo – raíz, aumentan la capacidad de la planta de movilizar y absorber fósforo (P), nitrógeno (N), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca), hierro (Fe), cobre

*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

(Cu) y cinc (Zn), además de defender el espacio radical con las excreciones de antibióticos. El tratamiento donde se aplicó micorriza (0.10d) no muestra diferencia significativa con el testigo (0.12d), mientras que con la combinación micorriza con residual los resultados son alentadores.

Tabla 2. Parámetros de calidad ( Fors, 1975; Gras <i>et al.</i> , 2003 y Sablón, 2006)						
Especie (Nombre Vulgar)	Categoría	Tiempo en vivero semanas	Altura (cm)	Diámetro basal (cm)	PSA/PSR	Índice de Esbeltez
Algarrobo del país	I	12-13	30 - 35	0.4 – 0.5	Cercano a la unidad	7.0 – 7.5
	II		25 - 30	0.3 - 0.4		7.5 – 8.3
	III		- 25	- 0.3		+ 8.3

Por otra parte se puede señalar que a partir de los resultados obtenidos a las 10 semanas (Tabla 2) se aprecia que solo las posturas de las alternativas donde se aplicó micorriza y el testigo no presentan la calidad requerida para el trasplante, características que alcanzan a las 12 semanas, lo que conlleva a una reducción en el ciclo de vivero de la especie con la aplicación de los tratamientos de aproximadamente 2 semanas.

#### 4.2.3 Efectividad económica de las alternativas en evaluación sobre la producción de posturas en esta especie forestal.

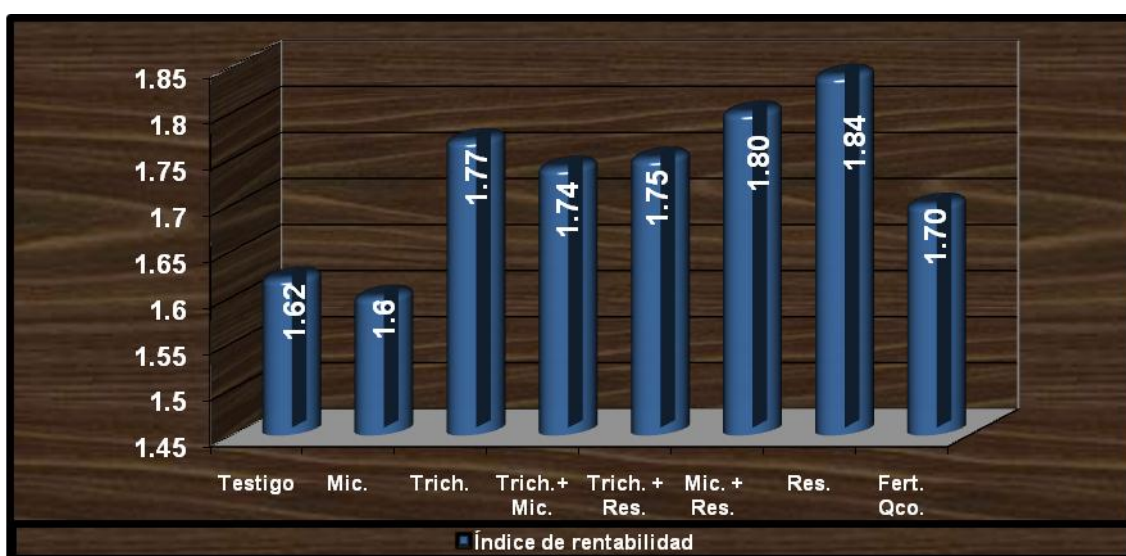


Figura 5. Comportamiento del índice de rentabilidad en el Algarrobo de País.

El análisis económico del efecto de las alternativas y sus combinaciones sobre la producción de posturas de algarrobo del país (Figura 5) muestra que solo el tratamiento donde se aplicó micorriza presentó menor índice de rentabilidad que el testigo (1.60 y 1.62 respectivamente). El resto de las aplicaciones presentaron mayores valores de rentabilidad con respecto a éste ya que redujeron el ciclo de vivero de la especie en aproximadamente cinco semanas disminuyendo los costos por concepto de salario, seguridad social y fuerza de trabajo.

## **5. Conclusiones**

1. El uso de las aguas residuales de la producción de torula, el biopreparado de *Trichoderma*, la micorriza arbuscular y sus combinaciones mostraron una alta respuesta en la dinámica de crecimiento en la Teca (*Tectona grandis* L.) y el Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) en el Municipio Aguada de Pasajeros donde los mejores resultados se obtuvieron con las combinaciones: micorrizas con residual y biopreparado de *Trichoderma* con residual.
2. Se demostró que todas las alternativas agroecológicas usadas beneficiaron el desarrollo de los índices de calidad de las posturas de la Teca (*Tectona grandis* L.), así como del Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) con excepción de la aplicación de micorriza arbuscular en este último.
3. Para las dos especies evaluadas se obtuvieron alternativas agroecológicas que resultan económicamente más efectivas que las prácticas tradicionales (testigo y fertilizante químico) para la producción de los viveros forestales.

## **6. Recomendaciones**

1. Aplicar aguas residuales de la producción de torula, biopreparado de *Trichoderma*, micorriza arbuscular y sus combinaciones en la producción de posturas en la Teca (*Tectona grandis* L.) y así como aguas residuales de la producción de torula, biopreparado de *Trichoderma*, y *Trichoderma* con residual, *Trichoderma* con micorriza y micorriza con residual en la producción de posturas en de Algarrobo del país (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill)
2. Incluir los presentes resultados en una norma de Empresa para la producción de posturas forestales de estas dos especies y continuar estudios del uso de las aguas residuales de torula, el biopreparado de *Trichoderma*, la micorriza arbuscular y sus combinaciones en otras especies forestales.

## 7. Bibliografía

1. Alarcón, A.; Rodríguez, P. y Furrázola, E. 1994. Algunos aspectos de interés sobre la flora endomicorrizógena en dos suelos típicos de Granma. *Cultivos Tropicales* 15(3): 70.
2. Altieri, M. 2008. Agroecología: creando sinergias para el Desarrollo Sostenible. Grupo Iberoamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos. p.53
3. Altieri, M. A. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio. Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. ACAO. La Habana. Cuba. 231 pp.
4. Álvarez, P. A. 2005. Silvicultura. Dirección Forestal y Frutal del MINAZ.- p 242 – 248.
5. Álvarez, P. A. 2006. Manual de viveros forestales. –p. 23-35.
6. Álvarez, P. y Varona, J. C. 1988. Silvicultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. -p 82-134.
7. Andreu, C. M., y Cupull, R. 1993. Uso y producción de biopreparado de *Trichoderma spp* para el biocontrol de enfermedades fungosas en cultivos económicos. Ponencia al Forum Nacional de Piezas de Repuestos y Tecnología de Avanzada, 15 pp.
8. Barroetaveña, C. y Rajchenberg, M. 2005. Las micorrizas y la producción de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco en la Patagonia, Argentina CIEFAP Universidad Nacional de la Patagonia. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci_arttext). (consultado en: 27-03-09).
9. Bertulí, M. y Sosa, J. 2005. Respuesta de 5 especies forestales en etapa de viveros al tratamiento de micorrizas arbusculares. Universidad de la Agricultura del trópico Húmedo y en el Instituto de investigación y servicios forestales de la Universidad nacional.

- Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci_arttext) (consultado en: 22-06-08)
10. Betancourt, A. 2000. Árboles maderables exóticos en Cuba. Editorial Científico Técnica. La Habana. p.29 -30, 291 -293.
  11. Biocontrol. 2005. Disponible en: (<http://www.control-biologico.com/quienes.htm>), (consultado en: 30-03-2005).
  12. Bisse, J. 1988. Árboles de Cuba. Editorial Científico – Técnica. Ciudad Habana:-p 226 -229.
  13. Carone, M. 1986. Micología. Ed. Pueblo y Educación, La Habana.- p 279-303.
  14. Cervantes, M. A. 2005. Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos. Escuela Familiar Agraria Campomar, 53 pp.
  15. CIAT (Centro Nacional de Agricultura Tropical). 1991. Pudriciones radiculares de la yuca. Progresos de su control. Actualidades de la Sanidad Vegetal 1(3): -p 21-23.
  16. Cobas, M.; Castillo, I. y Gonzáles, E. 2008. Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en viveros sobre tubetes en la provincia de Pinar del Río. Universidad de Pinar del Río, CIGET Pinar del Río Vol 3, No 1.-p 17-19.
  17. Cupull, R. 2002. Efecto de *Trichoderma viride* y *Azotobacter choococum* en la estimulación y desarrollo de posturas de *Carica papaya*, L. Revista Centro Agrícola 29(4): 30-33.
  18. Chet, I. 1993. Biological control of soilborne plant pathogens with fungal antagonists and its combination with soil treatments. Pp. 15-26. In: honrby, d. 1993. Biological control of soil-borne plant pathogens. Cab international. 479 pp.
  19. Chung, C. H.; Chang, C. and Baker, R.1986. Increased growth of plans in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant Disease 70: 145-148.
  20. Donoso, E., Lobos, G. y Rojas, N. 2008. Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de *Pinus*

- radiata* en vivero. BOSQUE 29(1): 52-57, ISSN 0717-9200.  
<http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v29n1/art06.pdf> consultado-  
[12-05-09.](#)
21. EFI. 2009. Ficha de costo par a la producción de semillas forestales en la Empresa Forestal Integral Aguada de Pasajeros. Informe técnico.
22. Fernández, F. 1999. Manejo de las asociaciones micorrizicas arbusculares (MA) sobre la producción de posturas de cafeto (*C.arabica L.*) en algunos tipos de suelos. (Tesis de Doctorado).La Habana: INCA,-- 118 pp.
23. Fernández, F. 2005. La simbiosis micorrízica arbuscular. Sistemas Agrícolas Micorrizados. Eficientemente, una vía hacia la agricultura sostenible. Un estudio de Caso: El caribe. La Habana. INCA. --p 10-15.
24. Fernández, F.; Gómez L.; Martínez, M. y Pijeira, L. 1997. Tecnología de recubrimiento de semillas con biofertilizantes micorrizógenos, alternativa sostenible de bajo costo. Resúmenes de III Encuentro Nacional Agricultura Orgánica.-Villa Clara: INCA,—p 76-77.
25. Ferrer, R. y Herrera, R. 1991. Breve reseña sobre los biofertilizantes.-- Ciudad de la Habana: IES-CITMA,-- 50 pp.
26. Ferrera, R. y Alarcón, A. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia ERGO SUM. Vol 8 Número dos. Julio – Octubre 2001. Universidad Autónoma del Estado de México. ISS 1405- 0269.-p 176-180.
27. Fors, A. 1967. Manual de selvicultura. Instituto Nacional de desarrollo y aprovechamiento forestales. IV edición. : -p 180 – 191, 210 -213, 228.
28. Franco, E.; Pedroso, R.; Noa, A.; Castañedo, I.; Ríos, C. y Arredondo, I. 2004. Lista oficial de plantas. Material complementario para Botánica. 17 pp.

29. Furrázola, E; Herrera, R. y Ferrer, R. L. 1992. Ubicación taxonómica de cinco cepas de hongos micorrizógenos vesículo- arbusculares cultivados en el cepario del IES-ACC. Resúmenes de BIOFERTRO'92.-- Ciudad de la Habana: IES, 37 pp.
30. Galeano, M.; del Mar, L. L. y Urbaneja, A. 2003. Efecto de *Trichoderma Harzianum* T-22 sobre el cultivo de judía. Agrícola Vergel. Abril 2003.: -p 249-253.
31. González G. y Sanz M. 2010 Prácticas agroecológicas y su impacto en las cooperativas urbanas: estudio de caso [http://www.flacso.uh.cu/sitio\\_revista/num1/articulos/art\\_MSanz12.pdf](http://www.flacso.uh.cu/sitio_revista/num1/articulos/art_MSanz12.pdf) . consultado 12-05-2010.
32. González, J. 2007. Evaluación de *Trichoderma spp.* En el control biológico de Dampig off, y su efecto en el crecimiento en el cultivo de Chile en la región de Ascensión, Chih. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Universidad Autónoma de Chihuahua. Disponible en: <http://www.producechihuahua.org/listing/6.pdf>. (consultado 12-03-09).
33. Gras, H. 2003. Manual de viveros forestales. –p 18-26.
34. Guridi, F. 1987. Manual de química inorgánica y analítica. MES. La Habana. 342 pp
35. Hamel, C.; Pérez, J.C.; Nayyar, A.; Yang, C.; Klabi, R.; Beauregard, M.-S. and Min, S. 2008. La simbiosis micorrizica en sistemas suelo-planta de la pradera Canadiense. Agriculture et agroalimentaire Canadá.16 pp.
36. Harman, G. E. 2000. Myths and Dogmas of bio control. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease: -p 377-393.
37. Harman, G. E. 2000. Myths and Dogmas of bio control. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. Plant Disease: -p 377-393.

38. Hernández, A. 2005. Las micorrizas. SYTEN, Sustancias y Tecnologías Naturales. ANE, Agro-Nutrientes Especiales. Centro de estudios Ecológicos. Argentina.-p 25-29.
39. Howeler, R. H. 1983. La función de micorrizas vesículo arbusculares en la en la nutrición fosfórica de la yuca.-- Cali: CIAT,-- 30 pp.
40. IES (Instituto de Ecología y Sistemática). 1995. MicoFert Biofertilizante micorrizógeno.-Ciudad de La Habana: 8 pp.
41. INCA. 2006. Evaluación de la influencia de la aplicación de las aguas residuales de la Empresa "Antonio Sánchez" en el riego y fertilización de la caña, sobre las características químicas de los suelos y los rendimientos de la caña. Departamento de biofertilizantes y nutrición de las plantas. La Habana. 10 pp.
42. INCA. 2010. Dossier del producto EcoMic<sup>®</sup>. Resultados de las campañas de validación.-- La Habana: INCA, -- 45 pp.
43. INICA, 2000. Metodología para la fermentación de mezcla vinaza- miel para la obtención de Levadura Torula. 13 pp.
44. INIFAT. 2007. Manual de Agricultura Urbana para la producción de hortalizas en Organopónico. GNAU. 5 pp.
45. INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). 2006a. Caracterización de los residuales de Torula. Laboratorio de Análisis y Servicios Técnicos. Cienfuegos. –p 2-3.
46. INRH (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos). 2007. Caracterización de los residuales de la Empresa Antonio Sánchez. Laboratorio de Análisis y Servicios Técnicos. Cienfuegos.- p 2-5.
47. Jiménez, F.; Sandoval C. y Schiappacasse, F. 2008. Determinación de dosis y frecuencia de aplicación de *Trichoderma virens* para el control de enfermedades foliares en *Protea cv. "Pink ice"* bajo condiciones de campo. Disponible en <http://hdl.handle.net/1950/1478>. Consultado:12-06-09
48. Laboratorio de Análisis. 2008. Caracterización de los residuales. Fábrica torula Antonio Sánchez. Cienfuegos. Informe técnico.-2 pp

49. Laboratorio de Análisis. 2011. Caracterización de los residuales. Fábrica torula Antonio Sánchez. Cienfuegos. Informe técnico.-2 pp.
50. LAPROSAV. 2010. Resultado de los controles de calidad a las muestras del CREE. Informe técnico.
51. Martínez, R. y Hernández, G. 1995. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica.-- La Habana: ACAO, 17-19 de mayo de 1995.-- p 43.
52. Marx, D. 2009. Micorrizas y Rhizobacterias: Su Potencial en los Programas de Reforestación. INFORMACIÓN TÉCNICA. Disponible en: <http://www.phcmexico.com.mx/phcrhizobacterias.html>. fecha de consulta: 19/1/2010.
53. Mayea, S. 1995. Los biofertilizantes y su acción fitopatógena. Memorias del II Encuentro Nacional Científica Técnico de Bioplaguicidas y EXPOCREE. --Ciudad de La Habana: INISAV. – p 41.
54. Mecinas L, J. y Carrillo L, L. 2009. Prueba de infección y efectividad de micorrizas en tres especies forestales de la Amazonia peruana. Revista Forestal del Perú (Perú). V- 19(2) p. 45-55. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=P-LIM.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003962>. Fecha de consulta 19/01/10
55. Meléndrez, J.; Ramírez, A. y Peña, K. 2007. Comparación de la efectividad de un medio biológico y tres nuevos fungicidas químicos en el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en el cultivo de la cebolla en la etapa de trasplante. Centro Universitario Sancti Spiritus. Ave. de los Mártires No 360. Sancti Spiritus, Cuba. CP 60100. – p 9-12.
56. Melo, I. 1996. *Trichoderma e gliocladium* como protectores de plantas. In: luz Ed. Revisado anual de patología de plantas. Porto Alegre, 4: - p 261-296.
57. MES.1995. Programa de biofertilizantes y bioestimuladores de uso agrícola.-- Ciudad de la Habana: MES, -- 8 pp.
58. Mesa, J. R.; Gómez, J.; Rodríguez, O.; Parets, E. y Soto, R. 2006. Bioestimulantes y alternativas de nutrición para la producción de

- posturas de Fruta Bomba (*Carica papaya*, L). Revista Centro Agrícola 33(3): 75-81, Julio-Septiembre, 2006. –p 17-19.
59. Milán, O.; Cueto M.; Plá D. y Hernández N. 2003. Los Coccinélidos y su papel en el Control Biológico. Boletín Fitosanitario INISAV. Vol. 8 No. 1 C. Habana. Marzo 2003, p. 5,6
60. MINAGRI; MINIL; SIME. 2009. Mitigación ambiental de los residuales. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos51/sostenibilidad/sostenibilidad2.shtml>
61. Mónaco, C. 1990. Incremento en el crecimiento de las plantas inducido por *Trichoderma harzianum* y *T. koningii*. Rev. Facultad de Agronomía, La Plata, Arg. –p 66-67: 75-77.
62. Montesino, M.; López H.; Hernández, J. y Zayas, E. 2009. Insecticidas botánicos como alternativas para el manejo en sistemas agroforestales. Agricultura Orgánica. ISSN – 1028 – 2130. N. 1 ACTAF. 27 pp.
63. [Mujica, M. F.](#); [Cáceres](#), E. y Oriolani, E. 2007. Empleo de microorganismos a través de la técnica del embolsado de racimos en la planta para mejorar sanidad, calidad y vida pos cosecha de la uva de mesa. XVII Congreso Argentino de Horticultura (San Luis, septiembre 2007). Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/sanjuan/contactos/cv/Caceres.htm>. (consultado 12-02-09).
64. NC. 27/ 1999. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y alcantarillado. Especificaciones. 12 pp.
65. Oliet, J. 2000. La calidad de la postura forestal en vivero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes de Córdoba. España. 93 pp.
66. Paneque, 1998. Metodología para la utilización de los residuales de la industria azucarera en el fertirriego de la caña de azúcar.p-8.

67. Paneque, V. 2005. Manual de Técnicas Analíticas para las aguas Residuales. Laboratorio de Análisis Químico. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA.-5 pp.
68. Paneque, V. M.; Calaña, J. M. y Plana, R. 2004. Producción de biofertilizantes y su utilización en la agricultura para la obtención de producciones más sana y ecológicamente estables. Metodología para su introducción y validación. San José de las Lajas, La Habana. –p 8-10
69. Pardos, L y Montero, R. 1998. Agencia de Medio Ambiente. Centro de información, divulgación y educación ambiental. Elementos metodológicos de prácticas de producción más limpias, alternativas para el aprovechamiento económico de residuales. Documento de trabajo. 48 pp.
70. Parets, S. E. 2002. Evaluación agronómica de la coinoculación de micorrizas arbusculares, *Rhizobium phaseoli* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana. –p 32-38.
71. Pérez, E. y Urbaneja, A. 2001. Trianum (*Trichoderma Harzianum*), promotor del crecimiento vegetal y nuevo agente de control biológico de enfermedades vegetales. Agrícola Vergel. Noviembre. 597 pp.
72. Popoff, O. 2007. Reino Fungi: Micorrizas. Instituto de Botánica del Nordeste, Corrientes, Argentina. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/> / <http://fai.unne.edu.ar/biologia>. (consultado en: 17-04-09).
73. Primaversi, A. 1990. Manejo ecológico do solo A. agricultura em regioes tropicais,-- Sao Paulo: Livraria Novel S.A. –p 164-197.
74. Ramírez, M. 2009. Activador fisiológico A-Cetas 07 y su empleo como revigorizador en plantas. Tesis de maestría. CETAS. Cienfuegos. 56 pp.

75. Ramírez, M. 2010. Alternativas agroecológicas en la producción de posturas de cinco especies forestales en el municipio de Aguada de Pasajeros. Tesis de maestría. CETAS. Cienfuegos. 73 pp.
76. Sablón, A. M. 2006. Dendrología. Instituto Cubano del Libro. Editorial Pueblo y Educación. -p 52, 62, 97 y 101.
77. Safir, G. R. 1980. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and crop productivity,-- New York: Academia Press. --p 45-48.
78. Sánchez, C.; Rivera, R.; Gonzáles, C; Herrera, R. y Varela, M. 2000. Efecto de la inoculación de HMA sobre la producción de posturas de cafetos en tres tipos de suelos del macizo montañoso de Guamuaya. Cultivos Tropicales. 21(3):-p 5-13.
79. Santamargarita, J. L. 2005. Micorriza de *Lactarius deliciosus* asociado a *Pinus pinaster* Micorriza de *Suillus collinitus* sobre *Pinus pinaster*. V. 156 no 27, 3er trimestre 2005.-p 23-25.
80. Sarabia, M.; Vera, D. Y.; Vásquez, M. C. y Escobar, M. L. 2009. Efecto de *Trichoderma harzianum* en el mejoramiento del compost de la Ptar de río frío (Floridablanca, Santander, Colombia) y en el comportamiento de plantas de lechuga *Lactuca sativa* CDMB, Colombia, (037) 6346133, Cra. 23 No. 37-63. Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/ciaga/articulos/Efecto%20de%20Trichoderma.pdf>. (consultado 23-02-09).
81. Sieverding. E. 1991. Vesicular-Arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. -- Federal Republic of Germany: Ed. GTZ,-- 267 pp.
82. Siquiera, J. O. Y Franco, A. A. 1988. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas, -- Brasilia: Ed. Mec-Esal-Faepe-Abeas.—p 125-177.
83. Stefanova, M.; Leiva, A.; Larrinaga, L. y Coronado M. F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma spp* para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Rev. De la Facultad de Agronomía de la Univ. del Zulia, Ven. 16 (5): -p 463-581.

84. Tester, M.; Smith, S.E. and Smith F.A. 1987. The phenomenon of nonmycorrhizal plants. *Ca. J. Bot.* 65: -p 419-431.
85. Thomas, L.; Mallesha, B. C. and Bagyarat, D. J. 1994. Biological control of Damping off of Cardamon by the VA mycorrhizal fungus *G. fasciculatum*. *Microbial. Reseach* 149(4): -p 413-417.
86. Torres, J. C.; Pérez, E.; Ortega, R. 1984. Manual de fundamentos de Agronomía. Facultad de Agronomía. MES. ISCAH. La Habana. 415 pp
87. Trabanino, R.; Kuniyoshi, C. y Rueda, A. 2008. Beneficios y aplicaciones del *Trichoderma spp.* Escuela Agrícola Panamericana – El Zamorano. Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras.-p 4-8.
88. Vázquez - Garcidueñas, S.; Leal-Morales, C. y Herrera-Estrella, A. 1998. Análisis of the  $\beta$  1,3 glucanolytic systems of the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Appl. Envirom. Microbiol.* 64 (4) –p 1442-1446.
89. Vázquez, E y Torres S. 1995. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. –p 283 – 316.
90. Weston, J. F. Y Brigham, E. F. 2007 Fundamentos de administración Financiera, décima edición, McGraw Hill, México.-p 125-130.

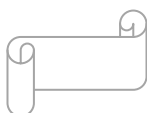
*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

---

## 8. Anexos

**Anexo 1.** Variables agroclimáticas en ese período (Enero - Agosto / 2011)  
(INM.2011)

Indicadores	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temp. Max Media (°C)	27.2	29.4	30.0	33.5	33.3	32.3	33.2	33.9
Temp. Min. Media (°C)	15.1	16.1	15.7	19.2	19.7	22.4	22.6	22.8
Temp. Media Mensual (°C)	20.7	22.1	22.4	25.7	25.7	26.6	27.1	27.3
Humedad relativa	78	72	69	68	71	80	80	80



*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

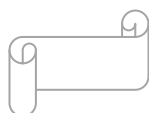
Media (%)								
Lluvia total Mensual (mm.)	249	30	198	69	616	965	520	460
Días con lluvia	4	1	3	14	20	16	19	17

**Anexo 2.** Características agroquímicas del suelo utilizado como sustrato (EPICA, 2011)

Grupo de suelos	Mat. Orgánica (%)	pH	P2O5 (mg./100g)	K2O (mg./100g)
Ferralitizado cálcico.	3.15	6.0	2.20	6.50

**Anexo 3.a.** Ficha de costo para la producción de posturas EFI (2011).

Concepto	1.6 meses	2 meses	2.5 meses	3 meses	3.5 meses
Salario	198.4	212.74	225.79	238.83	253.17
Seg. Social (14 %)	27.78	29.78	31.61	33.44	35.44
9.09	18.03	19.34	20.52	21.71	23.01
Materiales	44.22	44.22	44.22	44.22	44.22
Otros gastos	52.84	52.84	52.84	52.84	52.84
Sub. total	341.27	358.92	374.98	391.04	408.68
Fert. Químico	30.56	30.56	30.56	30.56	30.56



*Uso de alternativas agroecológicas en la producción de posturas de dos especies forestales en el municipio Aguada de Pasajeros.*

Trichoderma	15.97	15.97	15.97	15.97	15.97
Micorrizas	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77
Residual	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26
Fertilizante. Qco.	30.56	30.56	30.56	30.56	30.56

**Anexo 3. b. cont.**

<b>Concepto</b>	<b>4 meses</b>	<b>4.5 meses</b>	<b>5 meses</b>	<b>5.5 meses</b>	<b>8 meses</b>
Salario	267.51	283.56	295.41	307.26	379.11
Seg. Social (14 %)	37.45	39.70	41.36	43.02	53.08
9.09	24.32	25.78	26.85	27.93	34.46
Materiales	44.22	44.22	44.22	44.22	44.22
Otros gastos	52.84	52.84	52.84	52.84	52.84
Sub. total	426.34	446.10	460.68	475.27	563.71
Trichoderma	15.97	15.97	15.97	15.97	15.97
Micorrizas	5.77	5.77	5.77	5.77	5.77
Residual	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26
Fertilizante Qco.	30.56	30.56	30.56	30.56	30.56

