

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Comparación productiva en vivero de cinco inductores de crecimiento radicular en el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*)

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Julio Armando Cruz Álvarez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

RESUMEN

Cruz Álvarez, J. 2009. Comparación productiva en vivero de cinco inductores de crecimiento radicular en el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*)

Se comparó el efecto de cinco tratamientos para inducir el crecimiento radicular y la producción de biomasa en plántulas en vivero de caucho (*H. brasiliensis*). El diseño experimental fue un Diseño Completamente al Azar, con cinco tratamientos, diez repeticiones y tres réplicas. Los tratamientos fueron 40 y 80 g de micorriza vesículo-arbuscular VAM con una concentración de 85 a 90 esporas/g de producto, 30 g de fertilizante triple quince (testigo), 20 ml de solución de enraizador Rootex WP® a razón de 0.05 g de producto por planta y 20 ml de solución de enraizador Raizal WP® a razón de 0.7 g de producto por planta. Los datos fueron tomadas a los 22, 44 y 66 días después de aplicados los tratamientos. El tratamiento más productivo fue 40 g/planta de micorriza para todas las variables. Los enraizadores a base de hormonas no tuvieron efecto comparados con el testigo. El tratamiento más productivo y de menor costo es el de 40 g/planta de VAM y el de mayor costo es el de 30 g de fertilizante triple quince. Se recomienda aplicar 40 g de micorriza por plántula en vivero, realizar análisis de suelo y las enmiendas necesarias para evaluar el efecto de los enraizadores a base de hormonas, dejar de utilizar triple quince como inductor de crecimiento radicular, realizar pruebas con dosis inferiores a 40 g de micorriza y evaluar el estudio hasta los árboles en producción para que se pueda realizar el análisis financiero total.

Palabras clave: Enraizador, látex natural, micorriza vesículo-arbuscular, triple 15.

ABSTRACT

Cruz Álvarez, J. 2009. Productive comparison of five root growth inductors in Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) nursery

The effect of five treatments to induce root growth and biomass production in Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) nursery was compared. The experimental design was a Completely Randomized Design, with five treatments, ten repetitions and three replics. The treatments were 40 and 80 g of vesicular-arbuscular mycorrhiza VAM with a product concentration of 85 to 90 spores/g, 30 g of triple 15 fertilizer as a control, 20 ml of root growth inductor Rootex WP[®] at a rate of 0.05 g of product per plant and 20 ml of root growth inductor Raizal WP[®] at a rate of 0.7 g of product per plant. The data were taken at 22, 44 and 66 days after the treatments application. The most productive treatment was 40 g/ plant of VAM for all the variables. The hormone-based root growth inductors had no effect compared with control treatment. The most productive and less cost treatment was 40 g/plant of VAM and de most expensive was 30 g of triple 15 fertilizer. It is recommended to apply 40 g of VAM per plant, realize soil analysis and necessary amendments to evaluate the effect of the hormone-based root growth inductors, stop using triple 15 as a root growth inductor, testing with doses lower than 40 g of VAM and evaluate the study until the trees in production so the complete financial analysis can be made.

Key words: Latex, root growth inductors, triple 15, vesículo-arbuscular mycorrhiza.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Abstract.....	iv
Contenido	v
Índice de cuadros y figuras.....	vi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
4. CONCLUSIONES	10
5. RECOMENDACIONES	11
6. LITERATURA CITADA	12

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro

1. Comparación de costos de los tratamientos utilizados en el vivero de *Hevea brasiliensis*. La presentación comercial de la micorriza y el fertilizante triple quince, es en sacos de 45 kg, mientras que la de los enraizadores con base en fitohormonas Rootex WP[®] y Raizal WP[®] es en paquetes de 1 kg. Se determinó el número de unidades aplicadas y el costo total por hectárea para cada tratamiento.... 9

Figura

- 1 Diámetro del tallo de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$)..... 5
- 2 Peso fresco de la raíz de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.0001$). 6
- 3 Altura de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$)..... 7
- 4 Peso fresco de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$)..... 7
- 5 Número de hojas completas vivas de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$)..... 8

1. INTRODUCCIÓN

El caucho (*Hevea brasiliensis* Muell) es un producto de alto valor económico usado como materia prima para fabricar llantas y neumáticos, impermeabilizar telas y fabricación de tejidos elásticos; como aislante forrando los cables de electricidad y en la industria de calzado, para suelas de zapatos; ocupando posición semejante a la del petróleo en la industria moderna debido a sus características de elasticidad, resistencia a la tracción y ruptura e impermeabilidad al agua y a los gases (Martínez 1974).

A pesar de que el caucho sintético hecho de hidrocarburos había desplazado al natural, su uso ha bajado de un 70% a 60%, comparado con 40% de caucho natural. Esto por las innovaciones tecnológicas, especialmente por la generalización de las llantas de carcasa radial y por el aumento del precio de los hidrocarburos (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 1986).

En el mundo hay unas 10 millones de hectáreas plantadas con *H. brasiliensis*, que producen alrededor de 7.4 millones de toneladas de caucho. Los mayores productores son Malasia (33.4% del total), Indonesia (23.2%) y Tailandia (18.1%). El 25.3% restante lo producen China, India, Sri Lanka, Filipinas, Birmania, Vietnam, Kampuchea, Liberia, Nigeria, Costa de Marfil, Zaire, Camerún, Brasil, Guatemala y Colombia. América contribuye con el 1.5% del total mundial, básicamente por parte del Brasil (Erazo y Toro 1997). La razón principal para que Brasil no sea el mayor productor, siendo su centro de origen, es debido a la enfermedad del Mal Sudamericano de la Hoja de Caucho, causada por el hongo *Microcyclus ulei*, que fue la causa que impidió la expansión del cultivo en Brasil, pero los asiáticos lograron avanzar más porque no existía *M. ulei* en esos países. (García *et al.* 2006).

La demanda global de caucho natural ha incrementado sobrepasando a la producción, hasta que en el 2000 el déficit alcanzó las 2 millones 900 mil toneladas métricas. Con un promedio de 1.5 toneladas de caucho seco por hectárea al año, se requerirá sembrar dos millones de hectáreas, para satisfacer las exigencias del mercado (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 1986).

Para garantizar una buena producción de caucho es necesario partir de la selección de material vegetal, el manejo en el vivero y buenos métodos de injerto, y de ésta manera reducir el tiempo de trasplante a campo abierto.

El correcto manejo del semillero y del vivero reduce el tiempo de trasplante de este último a campo abierto, con plantas sanas y vigorosas capaces de resistir ataques de plagas,

enfermedades y climas adversos. Para ello es de gran importancia la utilización de productos inductores de crecimiento radicular.

Las micorrizas por lo general son hongos benéficos, aunque en muy diferentes niveles, hasta parasíticos, viviendo en simbiosis con las plantas. Con las hifas, el hongo se incrusta por un lado en la raíz y por el otro lado, tiene contacto con el suelo. Las hifas del hongo transportan, como los pelos absorbentes; agua, micro y macro elementos a la raíz de la planta. Por su parte, el hongo recibe carbohidratos, producto de la fotosíntesis de la planta en diferentes porcentajes de la producción fotosintética, desde 10% hasta 40% (Raddatz 2007).

Las plantas en las que se ha usado la Micorriza Vesículo-Arbuscular (VAM), presentan un mayor crecimiento radicular y foliar, mejor absorción de fósforo y otros nutrientes, mayor tolerancia a enfermedades del suelo y al ataque de parásitos, mejor tolerancia a la falta de agua, mejor estructura del suelo al agregar las partículas en torno a la raíz y mayor producción de hormonas estimulantes del crecimiento (Sieverding 1991).

La penetración de micorriza al hospedero ocurre en la raíz por medio de una hifa que crece intra e intercelularmente. El crecimiento del hongo es restringido a la epidermis; la endodermis, el tejido meristemático, el xilema, el floema y las partes clorofílicas de la planta no son colonizadas. La formación arbuscular se da por la fuerte ramificación de una hifa después de haber penetrado la pared celular, siendo ésta la conexión entre el hongo y la planta (Raddatz 2001).

Los productos enraizadores a base de hormonas como auxinas, ayudan a inducir la extensión de las células de los brotes de la planta y mejorar el enraizamiento de estacas, aumentando la elongación y el número de raíces (Cueva 2007).

El objetivo principal del estudio fue comparar el desarrollo general de plántulas en vivero, utilizando diferentes inductores de crecimiento radicular; y específicamente determinar si existe una alternativa más eficiente en términos productivos y económicos que el fertilizante triple 15 que se usa actualmente en el vivero de la finca "La Voragine" en Cimitarra, Colombia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en finca La Vorágine de la empresa PROCAUCHO, S.A., ubicada a 6°18'57" N, 76°56'43" O; con una elevación de 153 msnm en el municipio Cimitarra, Departamento Santander, Colombia. El clima de Cimitarra está clasificado según el Mapa Mundial de Clasificación Climática de Köppen-Geiger, como zona AF (Beck *et al.* 2006). Esto quiere decir que el mes con temperatura más baja no desciende de los 18° C y no existe estación seca, con precipitaciones promedio anuales mayores a 2750 mm. El experimento duró 66 días, del 9 de febrero al 15 de abril de 2009.

La semilla utilizada para el estudio fue del clon FX 3864 de *H. brasiliensis*, cosechada en la finca. Por su alto contenido de aceite, la semilla pierde rápidamente el poder germinativo (Erazo y Toro 1997), por lo que se sembró fresca, estando brillante externamente.

El germinador fue una cama de un metro de ancho, un metro de largo y 10 cm de altura, orientada de este a oeste. Las semillas fueron protegidas por una sombra de 60% a 1.5 m de altura. Se ubicó en un terreno plano, sin residuos vegetales, cerca de una fuente de agua y protegido de los animales domésticos. Debido a las altas precipitaciones, no se regó. El suelo de la cama debe quedar suelto, por lo que se cubrió con una capa de aserrín de madera fresca, donde se colocaron las semillas acostadas y se taparon ligeramente con más aserrín.

Las bolsas se colocaron en el vivero, que se ubicó en un terreno plano que tuviera luz uniforme todo el día. Se utilizó una mezcla de suelo y materia orgánica en partes iguales, debido a que el suelo de la finca presentó problemas de drenaje por su textura Franco-Arcillo Arenosa, con arenas finas y muy finas al tacto. Se utilizaron bolsas plásticas negras de 15 × 40 cm que se colocaron a 45 cm cada una de ellas para evitar contacto con lixiviados y se enterraron el 30% de su longitud para ayudar a la retención de humedad. Se colocó un aspersor con alcance de 18 m de diámetro por si hubiese sido necesario el riego debido a falta de lluvia, que no fue el caso.

Las semillas comenzaron a germinar 8 a 10 días después de sembradas. El trasplante a las bolsas se efectuó cuando la semilla alcanzó el estado de **punto blanco** (estado donde se observa un punto blanco en la semilla cuando comienza a germinar) y **pata de araña** (estado donde comienzan a crecer las raicillas en la raíz pivotante) (Erazo y Toro 1997).

El trasplante se realizó en la tarde cuando hay poca intensidad lumínica y la temperatura es de 18 a 25° C, antes de que la planta comenzara a formar la primera hoja verdadera, para no sufrir quemaduras por el sol (Erazo y Toro 1997).

Se realizó la limpieza de malezas manual en las bolsas y químico con Paraquat, para que el terreno se mantuviera limpio y libre de hospederos de plagas. Se monitoreó cada día la presencia de plagas y enfermedades, eliminando manualmente gusanos y otros cortadores.

Los tratamientos utilizados fueron: 40 y 80 gramos de micorriza vesículo-arbuscular (VAM) con una concentración de 85 a 90 esporas/g, 30 gramos de fertilizante triple quince, 20 mL de solución de Rootex WP[®] a razón de 0.05 gramos de producto por planta y 20 mL de solución de Raizal WP[®] a razón de 0.7 gramos de producto por planta. La aplicación de los tratamientos se realizó al día siguiente del trasplante, incorporándolos mecánicamente lo más alejado posible del tallo para evitar que éste se quemara. El tratamiento de triple quince se utilizó como testigo, debido a que la finca lo ha usado siempre para estimular el crecimiento radicular. La composición de Rootex WP[®] es: 7% de N, 47% de P₂O₅, 6% de K₂O, 18.5% de ácidos orgánicos, 300 ppm de fitohormonas y 21.5% de material inerte. Por su parte, la composición de Raizal WP[®] es: 9% de N, 45% de P₂O₅, 11% de K₂O, 0.6% de Mg, 0.8% de S y 400 ppm de fitohormonas.

2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cinco tratamientos y 10 repeticiones para un total de 150 unidades experimentales. Un tercio de las plantas de cada tratamiento se cosecharon a los 22 días, un tercio a los 44, y el tercio restante a los 66 días.

Para cada tercio de las plantas mencionado anteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ y una comparación de medias con la prueba de Duncan. Se utilizó el programa SAS "Statistical Analysis System" versión 9.1 de SAS Institute Inc.

Se determinaron las siguientes variables:

- Grosor de tallo a 5 cm de la base (mm)
- Total de hojas vivas por planta
- Altura de la planta desde la base del tallo hasta el meristemo apical (cm)
- Peso fresco de planta[♦] (g)
- Peso fresco de raíz[♦] (g)

Para realizar la toma de datos se cortó la bolsa de plástico y se lavó completamente la raíz que se dejó al sol por 30 minutos para secar excesos de agua. La raíz se cortó transversalmente en la base del tallo. El grosor de éste se midió a cinco centímetros de la base. Se tomaron como hojas vivas todas aquellas que tuvieran sus tres folíolos, sin importar el tamaño.

[♦] Se usaron pesos frescos debido a la falta de equipo de secado y las condiciones de alta humedad en el ambiente durante el período experimental.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DIÁMETRO DEL TALLO

El diámetro del tallo es una variable de suma importancia debido a que la plántula de caucho se injerta cuando éste alcanza un diámetro de unos dos centímetros; mientras más rápido se alcance el diámetro deseado, menor es el costo de producción. Los tratamientos mostraron diferencias a los primeros 22 días. Los mejores fueron con 40 g/planta de micorriza, Rootex WP® y Raizal WP® con una media de 2.9, 2.7 y 2.4 mm, respectivamente; sin diferir ($P>0.05$) entre ellos. A los 44 días, 40 g/planta de micorriza fue superior ($P<0.05$) al resto, con una media de 4.7 mm; superando a los 80 g de micorriza y a Rootex WP® con 3.8 y 3.7 mm, respectivamente. A los 66 días, la tendencia fue la misma, obteniendo una media de 7.8 mm, mientras que 80 g de micorriza con 5.1 mm y Rootex WP® con 4.7 mm no tienen diferencias ($P>0.05$) entre ellos (Figura 1). Los bajos resultados obtenidos con Rootex WP®, Raizal WP® y el fertilizante triple 15, se deben a que los macro y micro elementos son poco disponibles para la planta en condiciones de suelos ácidos, sin embargo, las hifas de la micorriza emiten exudados que son ricos en estos elementos que la planta sí puede aprovechar (Raddatz 2007).

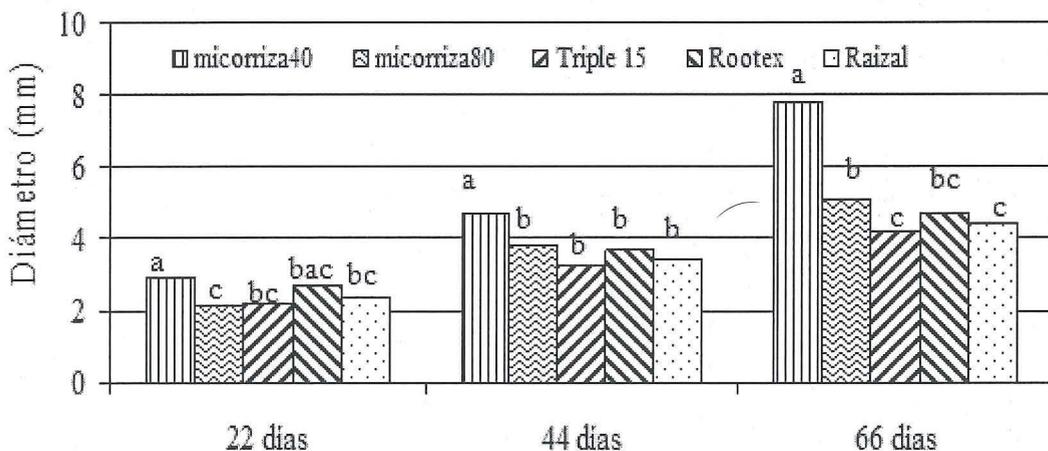


Figura 1. Diámetro del tallo de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P<0.05$).

3.2 PESO FRESCO DE LA RAÍZ

El tratamiento con 40 g de micorriza obtuvo el mayor peso de 3.6 g a los 22 días, 6.2 g a los 44 días y 9.5 g a los 66 días. Le siguen los 80 g de micorriza con 2.4, 6.2 y 6.9 g, para 22, 44 y 66 días, respectivamente. Los demás tratamientos no presentaron diferencias ($P>0.05$) (Figura 2). Romero (2006) no encontró efecto significativo en aplicación de 75 g de VAM en café en el peso fresco de la raíz.

Al igual que en este estudio, también se comprobó que la inoculación con VAM favorece el crecimiento de plántulas en vivero de dos especies de árboles tropicales *Albizia lebbek* y *Senna multijuga*, aumentando el peso de la raíz y el área de absorción de nutrientes por esta última en el suelo debido a las hifas de la micorriza (Carneiro *et al.*1998).

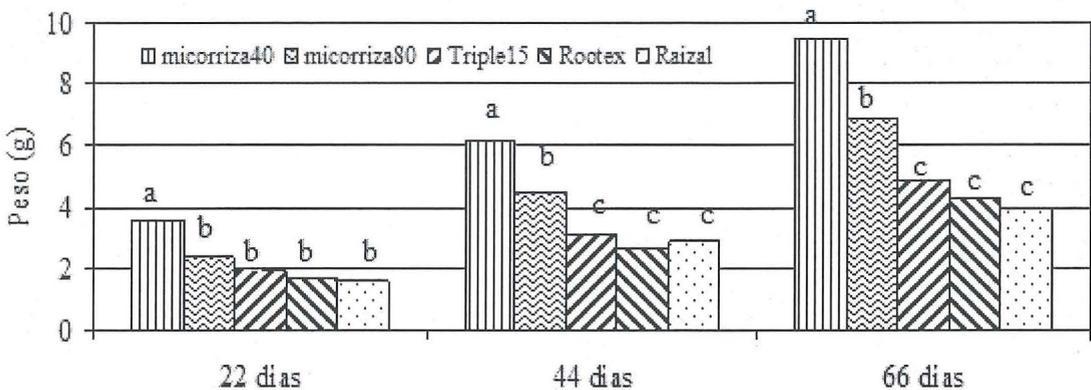


Figura 2. Peso fresco de la raíz de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.0001$).

3.3 ALTURA DE PLÁNTULA

En el día 22 los dos tratamientos de micorriza son los que presentan mejores resultados (14.9 y 14.1 cm con 40 y 80 g de micorriza, respectivamente), sin diferencia entre ellos ($P>0.05$), pero sí con los demás productos. En el día 44, el tratamiento con 40 g de micorriza fue superior ($P < 0.05$), con 34.9 y en segundo lugar el de 80 g de micorriza con 31.1 cm. Triple quince en tercer lugar con 27.3 cm, superior ($P < 0.05$) a Rootex WP® y Raizal WP® con 22.9 y 22.5 cm, respectivamente. En el día 66, 40 g de micorriza obtuvo la mejor media con 53.2 cm; seguido por 80 g de la misma con 46.9 cm; Triple quince con 40.6 cm, Raizal WP® con 34.5 cm y Rootex WP® con 31.3 cm (Figura 3). Al igual que en este estudio, en café se encontró efecto de 75 g de VAM, a las 21 semanas después de aplicado el tratamiento, con 28.9 cm de altura de plántula (Romero 2006).

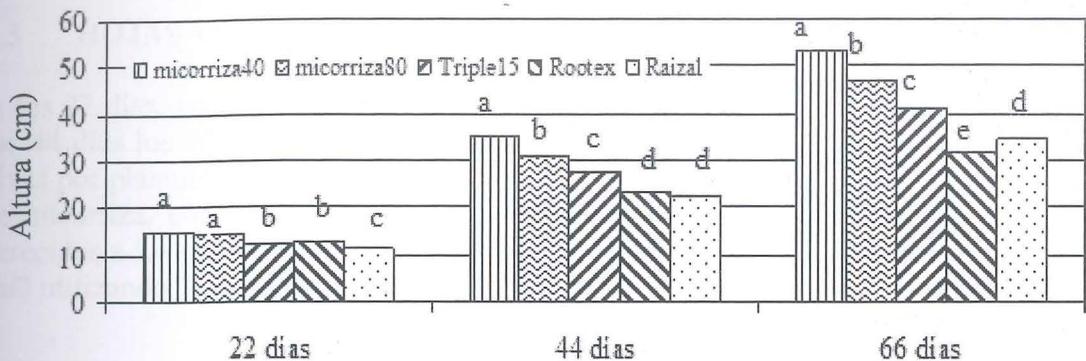


Figura 3. Altura de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$).

3.4 PESO FRESCO DE PLÁNTULA

A los 22 días, los dos tratamientos de micorriza fueron similares, pero los valores más altos de 7.4 y 6.8 g, respectivamente. A los 44 días, 40 g de micorriza fue el mejor tratamiento ($P < 0.05$) seguido de 80 g de micorriza y el peso de los otros tres tratamientos fue muy inferior. A los 66 días, la tendencia se repite; siendo el mejor tratamiento el de 40 g de micorriza, seguido por 80 g de la misma y el fertilizante triple 15; con medias de 19, 15.1 y 6.9 g, respectivamente (Figura 4).

El mejor resultado, que es el de 40 g de VAM se puede atribuir a que en la zona que rodea las hifas del hongo crecen bacterias diferentes a las del género *Rhizobium* que hacen simbiosis con las Leguminosas, que también fijan N atmosférico al suelo y las raíces pueden absorberlo fácilmente (Raddatz 2007). Contrastando con este estudio, para esta variable, no se encontró efecto en café con 75 g de VAM (Romero 2006).

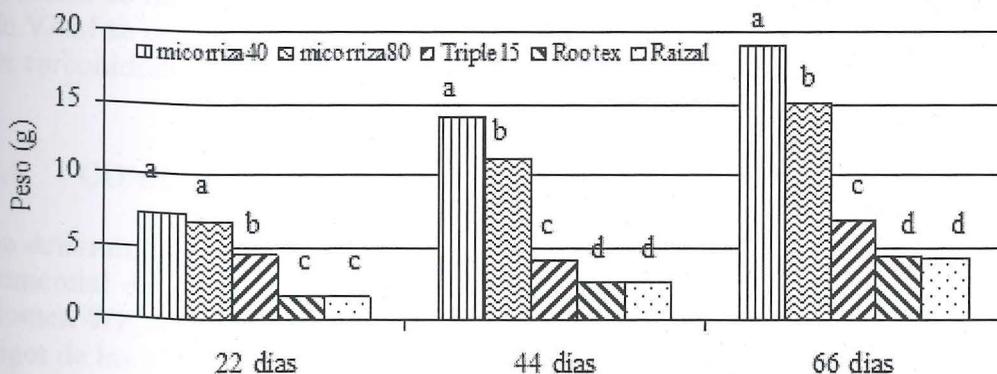


Figura 4. Peso fresco de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$).

3.5 HOJAS VIVAS POR PLÁNTULA

A los 22 días, no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, mientras que a los 44 días los 40 g de micorriza obtuvieron el mejor resultado ($P < 0.05$) con 5.3 hojas vivas por plántula; a los 66 días se repite la tendencia dando los mejores resultados 40 g de micorriza, con una media de 7.1 hojas vivas (Figura 5). Estos resultados son muy parecidos a los de Romero (2006), que obtuvo una media de 7.6 hojas vivas por planta de café utilizando 75 g de VAM.

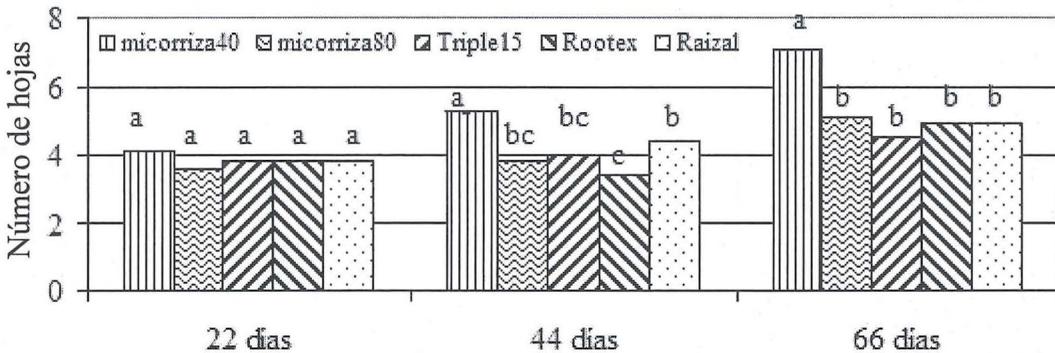


Figura 5. Número de hojas completas vivas de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$).

Es posible que la aplicación de 80 g de micorriza haya causado auto-competitividad por ganar espacio dentro del sustrato, teniendo un efecto inferior al óptimo, con 40 g de micorriza, ya que VAM requiere para su desarrollo y actividad funcional aproximadamente el 17% de los carbohidratos que la planta destina a formación de biomasa de raíz. Esto quiere decir que mientras mayor densidad de esporas y estructuras de VAM se encuentren en el suelo, mayor es la competencia por captar la misma cantidad de carbohidratos que la planta exuda (Sieverding 2001).

3.6 COMPARACIÓN DE COSTOS

Se determinó el costo por ha de vivero con 110000 plántulas para lo cual se usa el valor comercial del producto y la dosis aplicada (Cuadro 1). El menor costo se obtuvo con Rootex WP® y el mayor con el fertilizante triple 15. Sin embargo, considerando el mayor vigor de las plantas tratadas con 40 g de micorriza se recomienda este.

3.5 HOJAS VIVAS POR PLÁNTULA

A los 22 días, no se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, mientras que a los 44 días los 40 g de micorriza obtuvieron el mejor resultado ($P < 0.05$) con 5.3 hojas vivas por plántula; a los 66 días se repite la tendencia dando los mejores resultados 40 g de micorriza, con una media de 7.1 hojas vivas (Figura 5). Estos resultados son muy parecidos a los de Romero (2006), que obtuvo una media de 7.6 hojas vivas por planta de café utilizando 75 g de VAM.

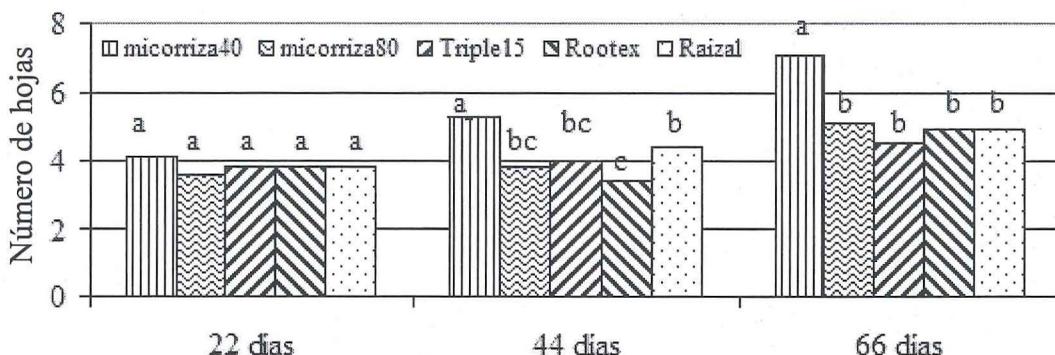


Figura 5. Número de hojas completas vivas de plántula de *Hevea brasiliensis*. Tratamientos con letras diferentes sobre cada columna difieren significativamente ($P < 0.05$).

Es posible que la aplicación de 80 g de micorriza haya causado auto-competitividad por ganar espacio dentro del sustrato, teniendo un efecto inferior al óptimo, con 40 g de micorriza, ya que VAM requiere para su desarrollo y actividad funcional aproximadamente el 17% de los carbohidratos que la planta destina a formación de biomasa de raíz. Esto quiere decir que mientras mayor densidad de esporas y estructuras de VAM se encuentren en el suelo, mayor es la competencia por captar la misma cantidad de carbohidratos que la planta exuda (Sieverding 2001).

3.6 COMPARACIÓN DE COSTOS

Se determinó el costo por ha de vivero con 110000 plántulas para lo cual se usa el valor comercial del producto y la dosis aplicada (Cuadro 1). El menor costo se obtuvo con Rootex WP® y el mayor con el fertilizante triple 15. Sin embargo, considerando el mayor vigor de las plantas tratadas con 40 g de micorriza se recomienda este.

Cuadro 1. Comparación de costos de los tratamientos utilizados en el vivero de *Hevea brasiliensis*. La presentación comercial de la micorriza y el fertilizante triple quince, es en sacos de 45 kg, mientras que la de los enraizadores con base en fitohormonas Rootex WP® y Raizal WP® es en paquetes de 1 kg. Se determinó el número de unidades aplicadas y el costo total por hectárea para cada tratamiento.

Tratamiento	Unidad	Precio \$	Unidades aplicadas/ ha	Costo total \$/ha
Micorriza (40 g)	45 kg	10.00	97.78	977.78
Micorriza (80 g)	45 kg	10.00	195.56	1955.56
Triple 15 (30 g)	45 kg	27.50	73.33	2016.67
Rootex (0.05 g)	1 kg	19.57	5.50	107.64
Raizal (0.7 g)	1 kg	14.47	77.00	1114.19

4. CONCLUSIONES

- La aplicación de 40 g/planta de VAM fue el tratamiento que mejores resultados productivos demostró en todas las variables analizadas en el estudio, y el segundo más eficaz económicamente después de 20 mL de solución de Rootex WP[®].
- Los enraizadores con base en fitohormonas demostraron un mal desempeño en el crecimiento de la plántula, en comparación con el testigo.

5. RECOMENDACIONES

- No utilizar triple quince como inductor de crecimiento radicular.
- Aplicar 40 gramos de micorriza por plántula en vivero.
- Realizar análisis de suelo y las enmiendas necesarias para evaluar el efecto de los enraizadores a base de hormonas.
- Realizar pruebas con dosis menores que 40 g/planta de VAM.
- Evaluar el estudio hasta que los árboles estén en producción para que se pueda realizar el análisis financiero total.

6. LITERATURA CITADA

Beck, C.; Grieser, J.; Kottek, M.; Rubel, F.; Rudolf, B. 2006. Characterizing Global Climate Change by means of Köppen Climate Classification. Klimastatusbericht. p. 139-149.

Carneiro, M.; Carvalho, D.; Botelho, S.; Junior, O.; Moreira, F.; Siqueira, J. 1998. Micorriza Arbuscular em espécies arbóreas e arbustivas nativas de ocorrência no sudeste do Brasil. Río de Janeiro, Brasil. 3 p.

Cueva, J. 2007. Efecto del ácido indol-3-butírico (AIB) para incrementar la producción de raíces comerciales en yuca (*Manihot esculenta*) 'Valencia'. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 1 p.

Erazo, H.; Toro, C. 1997. Manual Técnico del Cultivo de Caucho (*Hevea brasiliensis*). Antioquia, Colombia. 35 p.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1986. El cultivo del caucho. Bogotá, Colombia. 5 p.

García, I.; Ancízar, F.; Montoya, D. 2006. Revisión sobre el hongo *Microcyclus ulei*, agente causal del mal sudamericano de la hoja del caucho. Revista Colombiana de Biotecnología 8(2):50-59.

Martínez, A. A. 1974. Sangría de siringueira. Revista da CATI, Campinas, 1(3):21-26.

Raddatz, E. 2001. VAM, y la resistencia de las plantas contra causantes de daños. Cali. Colombia. 52 p.

Raddatz, E. 2007. Nuevas Biotecnologías para cultivar y reforestar con la micorriza seleccionada. Cali. Colombia. 4 p.

Romero, G. 2006. Determinación de la dosis del biofertilizante Mycoral[®] en semillero, vivero y establecimiento del café, en El Paraíso, Honduras. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. p. 7-12

Sieverding, E. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems. Technical cooperation, Federal Republic of Germany, Eschborn. p. 27-59.