

HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES Y *TRICHODERMA HARZIANUM* R: ALTERNATIVAS ECOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE POSTURAS DE CAFÉ (*COFFEA ARABICA* L.) EN EL ESTADO TÁCHIRA, VENEZUELA

ARBUSCULAR MICORRÍZIC FUNGES AND HARZIANUM R TRICHODERMA R: ECOLOGICAL ALTERNATIVES FOR THE PRODUCTION OF COFFEE POSTURES (*COFFEA ARABICA* L.) IN THE STATE TÁCHIRA, VENEZUELA

Autores: Dennys Martin Gómez Acevedo¹

Lázaro Eduardo Pulido Delgado²

Institución: ¹Estación Experimental “Rubio” Estado de Táchira, Venezuela

²Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

Correo electrónico: lepulido@unica.cu

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar la producción de posturas de café (*Coffea arabica* L.) con el uso de Hongos Micorrízicos Arbusculares y *Trichoderma harzianum* R. como alternativas ecológicas, se desarrolló la investigación en el campo experimental “El trompillo”, Junín, Táchira, Venezuela. La etapa experimental abarcó dos fases: Germinador y Vivero, con dos tratamientos en cada una de ellas: (T1): método tradicional (con empleo de agentes químicos) y (T2): método no tradicional (uso de HMA- al soterrar la semilla y con *Trichoderma harzianum* R. (junto al riego) y sin empleo de agentes químicos. Los resultados logrados permiten afirmar que la sustitución del productos químicos por *Trichoderma harzianum* R., garantizan la germinación de las semillas de café con menos impactos en el medio ambiente, mientras que la doble inoculación de micorrizas en el germinador y vivero garantiza la obtención de posturas de óptima calidad, comprobándose que la coinoculación de ambos biofertilizantes constituye una alternativa de protección fitosanitaria durante los estadios de germinador y vivero, económicamente factible para la producción de posturas de café.

Palabras clave: Biofertilizantes, Café, Hongos Micorrízicos Arbusculares; *Trichoderma harzianum* R, Producción de posturas

ABSTRACT

With the purpose of evaluating the production of coffee positions (*Coffea arabica* L.) with the use of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Trichoderma harzianum* R. as ecological alternatives, research was carried out in the experimental field “El trompillo”, Junín, Táchira, Venezuela. The experimental stage covered two phases: Germinator and Nursery, with two treatments in each of them: (T1): traditional method (with the use of chemical agents) and (T2): non-traditional method (use of HMA- when burying the seed and with *Trichoderma harzianum* R. (together with irrigation) and without the use of chemical agents. The results achieved allow us to affirm that the substitution of chemical products with *Trichoderma harzianum* R., guarantee the germination of coffee seeds with less environmental impacts , while the double inoculation of mycorrhizae in the germinator and nursery guarantees the obtaining of postures of optimum quality, verifying that the coinoculation of both biofertilizers constitutes an alternative of phytosanitary protection during the stages of germinator and nursery, economically feasible for the production of postures of coffee.

Keywords: Biofertilizers, Coffee, Arbuscular Mycorrhizal Fungi; *Trichoderma harzianum* R, Posture production

INTRODUCCIÓN

El café ocupa un puesto de primer orden en la agricultura y la economía venezolana (Corporación Andina de Fomento, 2010).

Muchas prácticas de la caficultura moderna venezolana convencional, se caracterizan por el elevado empleo de insumos, que propician incrementos en los rendimientos pero provocan inestabilidad para los sistemas agrícolas de producción. Algunas de estas manifestaciones se evidencian en la reducción o pérdida de la fertilidad del suelo, alta incidencia de plagas y declive de los enemigos naturales, descenso gradual de los rendimientos de las cosechas, entre otros males. Esto trae consigo la necesidad de aplicación de niveles más altos de agroquímicos para poder mantener los rendimientos, unido al descenso de los

ingresos netos para los productores.

Con estos antecedentes, en las últimas décadas se trabaja por cambiar en el ámbito global los modelos de la producción agrícola que implican el uso intensivo de insumos externos, llámese energía, maquinaria y productos químicos en general, instituidos en los paradigmas de la denominada “Revolución verde” por un nuevo concepto, denominado indistintamente como agricultura sostenible, sustentable o de bajos insumos.

Una alternativa para aliviar estos problemas en los diferentes agroecosistemas productores de café, son los denominados biofertilizantes que según el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP, 2009), es un producto que contiene uno o varios microorganismos del suelo y se puede aplicar a la semilla o al suelo con el fin de incrementar su número, y asociarse directa o indirectamente al sistema radical de las plantas, para favorecer su interacción e incrementar el desarrollo vegetal y productivo de la planta huésped.

Uno de los grupos de microorganismos cuya potencialidad de uso, en cuanto a su acción beneficiosa en los suelos y propiciar a la sustentabilidad de éstos, son las Micorrizas, que establecen asociaciones simbióticas ecológicamente mutualistas con la gran mayoría de las plantas, realizando intercambio de elementos y nutrientes, con la finalidad de darle mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo como el fósforo, cobre y zinc.

En el caso específico del café, la etapa de vivero o producción de posturas resulta decisiva en el desarrollo futuro de la plantación, y tradicionalmente en ella se aplican fertilizantes químicos y fungicidas para el control de enfermedades, encareciendo esta etapa de desarrollo del cultivo.

Producir posturas de calidad con el empleo de “vías no tradicionales” conllevó a la realización de la presente investigación con el objetivo de evaluar la producción de posturas de café (*Coffea arabica* L.) con el uso de Hongos Micorrízicos

Arbusculares y *Trichoderma harzianum* R. como alternativas ecológicas en el campo experimental “El trompillo”, Junín, Táchira, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó, en la etapa de almácigo, en una Casa de cultivo de malla, situada en el Campo Experimental “El Trompillo”, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, estado Táchira, República Bolivariana de Venezuela), ubicada en la Parroquia Bramón del Municipio Junín.

Para la realización de los experimentos se utilizaron semillas de café (*Coffea arabica* L.) variedad INIA 01 Línea 05, multilínea compuesta por ocho líneas de alto rendimiento y diferentes grados de resistencia a la roya (*Hemilleia vastatrix* Berk y Br), según (Bustamante *et al.*, 2001).

El inóculo de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), se obtuvo a partir del producto comercializado bajo la denominación “MICORRIZAS”, con características o especificidades que se detallan en: Registro de venta ICA, No.2934, a nombre de “MYCORAL” LDTA, la dosis recomendada es de 450 g.m⁻², en el germinador y el de *Trichoderma harzianum* R. fue a partir de formulación polvo mojable a concentración de 70% ppm de i.a., con la cual el comerciante garantiza concentraciones superiores a 5 x 10¹¹ conidias viables (AGROPATRIA, 2013).

Se realizaron todas las actividades fitotécnicas recomendadas en el manual para productores de Café en Venezuela (INIA, 2014), con excepción del control fitosanitario que se siguió el siguiente procedimiento: La desinfección de la arena en la fase del germinador, se realizó con 20 L. m² de agua hirviendo y se cubrió con un plástico transparente. Posteriormente se dejó a plena exposición solar durante siete días y se aplicó *Trichoderma harzianum* R. para terminar el proceso de desinfección.

Para la realización de los experimentos se empleó un diseño experimental de bloques al azar con arreglos factoriales y un control.

Etapas experimentales

La etapa experimental abarcó dos fases: Germinador (1) y Vivero (2) con dos tratamientos en cada una de ellas, los cuales se detallan a continuación:

Fase de germinador (1): en esta fase experimental se utilizaron dos germinadores permanentes de concreto (1x1x 0.30 m), soterrándose las semillas a 2 cm en ambos casos. El sustrato que se empleó fue arena lavada de río. Los tratamientos en la fase de germinador fueron:

Tratamiento 1 (T1): Con empleo de agentes químicos cuyo nombre comercial es “CURAZIN 72 WP” y que tiene como producto activo MANCOZEB (1 gL⁻¹).

Tratamiento 2 (T2): Sin empleo de agentes químicos (“CURAZIN 72 WP”) y con el uso de HMA (450 g.m²), una vez en el momento de soterrar la semilla y con aplicaciones de *Trichoderma harzianum R.* (1 g.L⁻¹), con una frecuencia de 15 días en el momento del riego.

Fase de vivero (2): Una vez concluida la fase de germinador (dos meses), las posturas o chapolas, de cada tratamiento, se trasplantaron de forma independiente a bolsas de polietileno de 20 x 12 cm, que contenían un sustrato inerte, compuesto por suelo de bosque (Franco arenoso) y materia orgánica (3:1; v:v), esterilizado con vapor de agua. Cada variante experimental contó con 40 plantas. Los tratamientos que se emplearon en esta fase son los que se describen en la tabla 1, cada uno de ellos se repitió tres veces.

Tabla 1. Tratamientos empleados en las fases de vivero, con y sin el empleo de HMA y *Trichoderma harzianum R.* para la producción de posturas de café (*Coffea arabica L.*).

T1	Sin HMA en el germinador y con HMA en el vivero	T2	Con HMA en el germinador y con <i>Trichoderma harzianum R.</i> en el vivero
T3	Sin HMA y sin <i>Trichoderma harzianum R.</i>	T4	Con HMA en el germinador y sin <i>Trichoderma harzianum R.</i>
T5	Sin HMA en el germinador y con HMA y <i>Trichoderma harzianum R.</i> en el vivero	T6	Con HMA en el germinador y con <i>Trichoderma harzianum R.</i> en el vivero
T7	Sin HMA en el germinador y con HMA en el vivero	T8	Con HMA en el germinador y con HMA en el vivero

En la fase del germinador se determinó el efecto de la micorrización con HMA y sustitución de productos químicos por *Trichoderma harzianum* en la germinación de las semillas de café (*Coffea arabica* L.). Para ello las semillas de café se sembraron en ocho hileras (120 semillas/hileras) en los germinadores, se micorrizaron la semillas y con el objetivo de sustituir los productos químicos (“CURAZIN 72 WP”) en la germinación de las semillas se aplicó el *Trichoderma harzianum* R.

Pasados los primeros 45 días de la siembra se evaluó la emergencia de las plántulas (%) según (Guilcapi, 2009), en un diseño completamente al azar. Para obtener el resultado se dividió el número de semillas totales sembradas (ST) entre el número de plántulas emergidas (PE) y el resultado se expresó en por ciento (%). En la fase de vivero se determinó el efecto de la combinación de HMA y *Trichoderma harzianum* en indicadores de crecimiento y desarrollo de posturas café. Para ello se dejó transcurrir cuatro meses después del trasplante, se tomaron 20 plantas al azar de cada tratamiento (Escalona, 2002) y se determinó: altura de planta (cm); diámetro del tallo (mm) y; número de hojas por planta (por conteo, sin considerar las hojas cotiledonales).

Determinación del costo de producción en ambas fases

Los efectos de la inoculación de HMA en el desarrollo vegetativo de plántulas de café a nivel en vivero se sometieron al análisis económico según la metodología sugerida por CIMMYT (1986), citado por (Intriago, 2012). Con esta metodología, únicamente se toma en cuenta los costos que varían en cada tratamiento; en esta investigación, los costos que varían corresponden a la utilización de agroquímicos o bioproductos en la fase de germinador y de vivero. Para ello se utilizaron los siguientes indicadores:

- Valor de venta de una postura: el valor de venta en el mercado de las posturas de café es de 9 Bs en ambos casos.
- El Costo de aplicación de fertilizantes químicos para producir 1000 posturas y para la aplicación de micorrizas es de 500 Bs.

- El costo producción: se tomó de la ficha de costo para la producción de 1000 posturas, según la metodología vigente (Llanes, 2014): en este caso, se tuvo en cuenta las dos metodologías, (convencional con empleo de agentes químicos y con el uso de HMA) el valor a tener en cuenta fue 6552,74 Bs en el caso del convencional y de 6500,24 Bs con el uso HMA.

El análisis consideró dentro del sistema de indicadores los siguientes:

- El costo de producción (CP), a partir de la ficha de costo, expresado en Bolívaes.
- El ingreso (I), calculado sobre la base de:

$I = R * P$ donde: R= Rendimiento expresado en $t.ha^{-1}$ y P= Precio de venta ($\$.t^{-1}$)

- La utilidad (U) expresada en pesos $U = I - CP$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la micorización con HMA y la sustitución de productos químicos (CURAZIN 72 WP) por *Trichoderma harzianum* R., en la germinación de las semillas de café se observa en la figura 1.

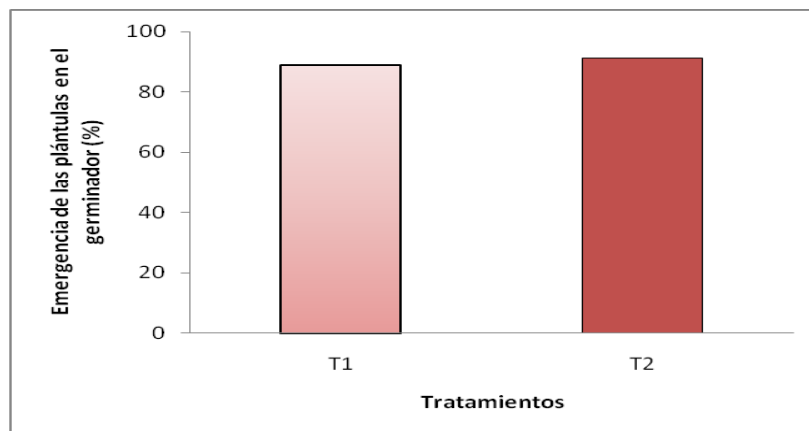


Figura 1. Porcentaje de emergencia de las plántulas de café (*Coffea arabica* L.). Leyenda: T1: sin el uso de HMA, T2: con uso de HMA. $ES_x=0,37$ n.s (t-test)

No se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo que significa que el porcentaje de emergencia de las plántulas no difiere cuando se aplica el manejo convencional a cuando se sustituye por productos biológicos.

Los resultados obtenidos se atribuyen al efecto biocontrolador de enfermedades que ejercen los hongos micorrízicos, según refieren Colmenárez-Betancourt y Pineda, (2006), motivo por el cual Lebrón, Lodge y Bayman, (2012) recomiendan la introducción de estos microorganismos para favorecer la nutrición de las plantas y sumarse al criterio conservacionista y de protección del medio que desempeñan los mismos.

Otro argumento que justifica la aplicación de HMA en la etapa del germinador es que durante este estadio el café es afectado por enfermedades como *Damping off* o comúnmente llamado Sancocho, y que afectan severamente la germinación, manifestándose en el momento que ocurre la germinación, lo que produce grandes pérdidas y trae consigo que disminuya el número de plantas que pueden pasar a condiciones de vivero. Tradicionalmente, en Venezuela, los productores del café combaten con CURAZIN 72WP, producto químico que tiene acción fungicida, siendo ésta una práctica extensiva que se realiza sin tener en cuenta las afectaciones que puede causar este producto al ecosistema, por lo que la aplicación de HMA atenúan estos daños, aspecto coincidente con lo señalado por Sánchez, Montilla y Rivera, (2005), Adriano et al. (2010) e Ibarra- Puón *et al.*, (2014), quienes aplicaron estos hongos junto a otros microorganismos benéficos.

La figura 2 muestra el efecto de la combinación de HMA y *Trichoderma harzianum* en la altura de las plantas de café en la fase de vivero. Las plantas que recibieron doble inoculación superaron en altura la de los demás tratamientos, lo que valida el empleo de HMA para la producción de posturas de café con los parámetros requeridos por los agricultores.

Escalona (2002), al evaluar la Interacción de plantas de café fertilizadas con fósforo e inoculadas con HMA y *Phoma costarricensis* Echandi, encontró una mayor altura en los tratamientos solo inoculados con HMA. También, Guzmán y Rivillas (2007) informan un efecto de los HMA sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de café, en comparación con las plantas testigos.

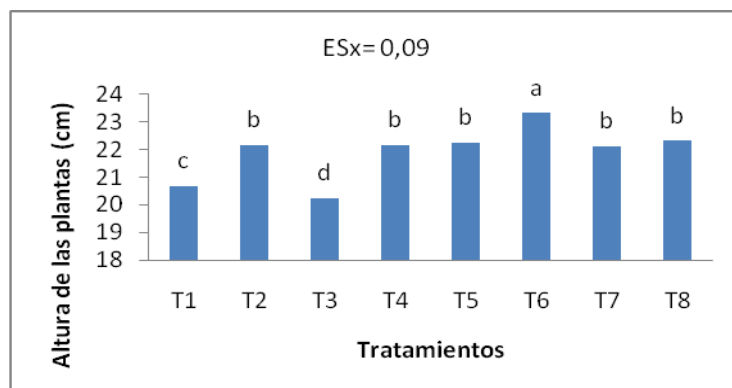


Figura. 2. Atura de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) en fase de vivero.

Leyenda: T-1: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA en la fase de vivero; T-2: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de *Trichoderma* en la fase de vivero; T-3: Sin la aplicación de HMA y *Trichoderma* en ninguna de las dos fases; T-4: Con la aplicación de HMA sólo en el germinador y sin *Trichoderma*; T-5: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-6: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-7: Sin la aplicación de HMA en el germinador más sólo la aplicación de HMA en la fase de vivero; T-8: Con la aplicación de HMA en el germinador y en el vivero. (Letras comunes no difieren a $p < 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tuckey).

De igual forma los resultados obtenidos coinciden con los logrados por Harris et al., (2009); Aguirre et al., (2011); Pérez, (2011); Ruiz, Rojas y Sieverding, (2011) y Mujica (2012).

El hecho de que la altura de las plantas sea mayor en aquellas donde se realizó inoculación temprana, ratifica los beneficios de la simbiosis entre HMA con las plantas de café (*Coffea arabica* L.) variedad INIA 01 desde el momento mismo de la siembra de la semilla en el germinador.

En el proceso de germinación ocurren una serie de procesos bioquímicos y metabólicos que comienzan con la toma de agua por la semilla y terminan con la emisión de la radícula, aparejado a esto ocurre la elongación del tallo de la plántula, esto se debe a la producción de compuestos metabólicos como las

proteínas y carbohidratos que ayudan a la formación de tejidos que forman el tallo de la planta.

La inoculación con HMA en el germinador permite que se establezca una relación mutualista y por ende se logre una mejor relación suelo-planta que favorece el desarrollo posterior de las plantas en el vivero.

El diámetro del tallo de las plantas resultó significativamente superior en aquellas donde se aplicó el HMA en la fase de germinador y la combinación de HMA y *Trichoderma harzianum* en la fase de vivero (T6) como se muestra en la figura 3

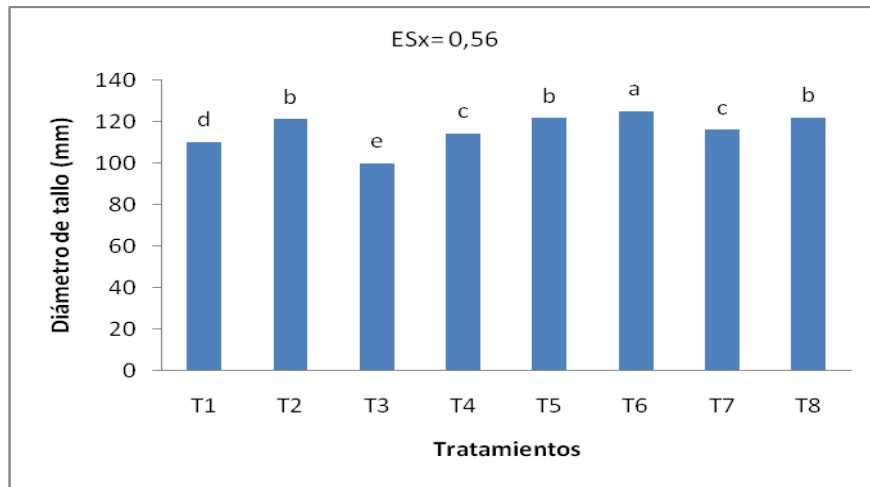


Figura 3. Diámetro del tallo de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) en fase de vivero.

Leyenda: T-1: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA en la fase de vivero; T-2: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de *Trichoderma* en la fase de vivero; T-3: Sin la aplicación de HMA y *Trichoderma* en ninguna de las dos fases; T-4: Con la aplicación de HMA sólo en el germinador y sin *Trichoderma*; T-5: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-6: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-7: Sin la aplicación de HMA en el germinador más sólo la aplicación de HMA en la fase de vivero; T-8: Con la aplicación de HMA en el germinador y en el vivero. (Letras comunes no difieren a $p < 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tuckey).

El diámetro del tallo en la base de la planta de café, está relacionada con su capacidad para el soporte y la absorción de nutrientes. Tanto este indicador como

el mayor desarrollo foliar en las plantas que se desarrollan en viveros, sugieren una participación importante desde el punto nutritivo (Caicedo y Chavarriaga, 2008). Este aporte les da mayor vigor a las plántulas en almácigo y asegura un mejor desarrollo posterior, también constituye un argumento importante a la hora de la compra de plantas por parte de los productores.

Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con Berg (2009) quien plantea que el uso de las micorrizas tiene un efecto positivo en cuanto a los fenómenos fisiológicos de la planta, al estimular la absorción de los minerales y nutrientes que se encuentran en el sustrato donde se encuentra la planta y que posibilitan la elongación de los tejidos que forman estructuras como el tallo y las raíces.

El número de hojas fue significativamente superior en el tratamiento T6 (figura 4), donde se realizó la aplicación de HMA y *Trichoderma harzianum* R. en el germinador y una doble inoculación en la fase de vivero, es también en este tratamiento donde se alcanzó también la mayor altura de las plantas.

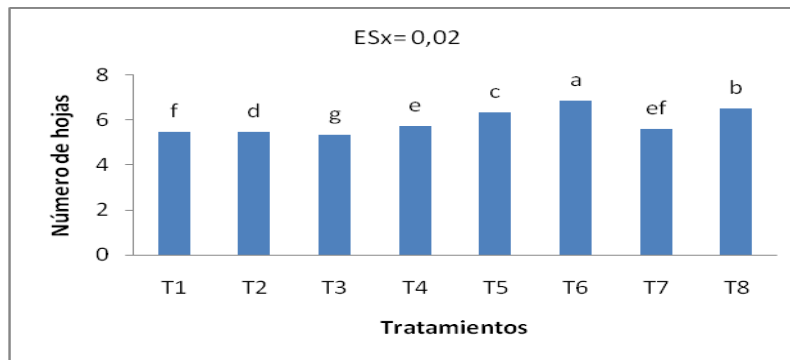


Figura 4. Número de hojas de las plantas de café (*Coffea arabica* L.) en fase de vivero.

Leyenda: T-1: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA en la fase de vivero; T-2: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de *Trichoderma* en la fase de vivero; T-3: Sin la aplicación de HMA y *Trichoderma* en ninguna de las dos fases; T-4: Con la aplicación de HMA sólo en el germinador y sin *Trichoderma*; T-5: Sin la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-6: Con la aplicación de HMA en el germinador más la aplicación de HMA y *Trichoderma* en la fase de vivero; T-7: Sin la aplicación de HMA en el

germinador más sólo la aplicación de HMA den la fase de vivero;T-8:Con la aplicación de HMA en el germinador y en el vivero. (Letras comunes no difieren a $p < 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tuckey).

Los HMA además de su efecto directo en la nutrición de las plantas, inducen cambios fisiológicos que comprenden un aumento en la tasa fotosintética. Estudios en invernaderos demuestran que la asociación simbiótica de los HMA en las raíces producen diversos cambios y/o modificaciones a nivel fisiológico entre los que se destacan el incremento de la actividad fotosintética por efecto de la mayor capacidad de fijación de CO_2 y por consiguiente el incremento de las tasas de crecimiento y biomasa producida (Harris-Valle et al., 2009).

Las micorrizas tienen un efecto en las relaciones hídricas de la planta y del suelo en condiciones de estrés, que modifican la conductividad estomática, la tasa fotosintética y la transpiración en las plantas, mientras que los exudados fúngicos promueven la cohesión de las partículas del suelo e incrementan la retención de agua en el sustrato (Rillig y Mummey, 2006).

Estos organismos también ayudan a contrarrestar la fotoinhibición o fotodestrucción de pigmentos en condiciones de estrés hídrico, al incrementar el contenido de carotenoides en los tejidos vegetales y presentar mayor tasa fotosintética relacionada directamente con un aumento en la concentración de clorofila foliar (Abo-Ghalia y Khalafallah, 2008).

Valoración económica de los resultados

La tabla 2 se muestra en comportamiento de los indicadores económicos evaluados en los dos sistemas empleados en el área experimental de café variedad INIA 01.

Tabla 2. Relación costo – beneficio de la producción de plantas de café (*Coffea arabica* L.) en fase de vivero

Indicadores	Uso de HMA (\$ Bs)	Uso agentes químicos (\$ Bs)
Costos directos	\$ 7.015,24 Bs	\$ 7.082, 34 Bs
Rendimiento (Número de plantas)	1.000,00	1.000,00

Precio de venta	\$ 9,00 Bs	\$ 9,00 Bs
Ingresos	\$ 1.984,76 Bs	\$ 1.917, 60 Bs
Utilidades	22,05 %	21,30 %

El efecto económico puede ser medido por el incremento de los beneficios (utilidades) o por el ahorro generado, por lo que la forma en que se evaluó el resultado partió del establecimiento de un sistema de indicadores, cuyo eje central es el costo de producción.

Para tomar la decisión relativa a la aplicación del policultivo de café con las particularidades de la propuesta objeto de investigación se comparó el costo generado por la misma con el previsto según el instructivo técnico tradicional, a fin de medir el ahorro obtenido o el gasto por encima, en cuyo caso la decisión sería la de no aplicar.

La utilidad que se obtiene con el uso de las micorrizas es de un 22,05 % y con CURAZIN 72WP es de 21,30 %, aunque en estos valores no es mucha la diferencia, la sustitución de los agentes químicos por las micorrizas, se justifica desde el punto de vista de la disminución de impacto ambiental que propician estos hongos, lo que trae consigo que las plantas de café micorrizadas puedan ser más tolerantes a factores de estrés abiótico (sequía y salinidad) y bióticos como protección contra posibles patógenos presentes en el suelo, un ejemplo es la presencia de los nemátodos, por otro lado, con el uso de micorrizas, se incrementa la capacidad de absorción de nutrientes, la capacidad fotosintética y de producción de sustancias que estimulan el crecimiento de las posturas.

En sentido general, la aplicación de micorrizas permite obtener plantas en almácigo bien desarrolladas, aun programas mínimos de fertilización química. Al revisar los indicadores de crecimiento de las plantas, se aprecia que los tratamientos con aplicación de las micorrizas fueron consistentemente superiores a aquellas donde no se aplicó las mismas, destacando el tratamiento T6. Los tratamientos sin HMA mostraron los menores valores en las variables de

crecimiento analizadas, esto sugiere que la presencia de micorrizas en esta etapa ejerce un efecto positivo para el desarrollo vegetativo de las plantas, favoreciendo su posterior aclimatación o “pegue” en el campo definitivo. **CONCLUSIONES**

1. La sustitución del productos químicos por *Trichoderma harzianum* R., pudiera garantizar la germinación de las semillas de café con menos impactos en el medio ambiente.
2. La doble inoculación de micorrizas en el germinador y vivero garantiza la obtención de posturas de óptima calidad.
3. La combinación de HMA y *Trichoderma harzianum* R. constituye una alternativa de protección fitosanitaria durante los estadios de germinador y vivero.
4. El uso de micorrizas y del *Trichoderma harzianum* R. constituye una alternativa económicamente factible para la producción de posturas de café.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ABO-GHALIA H., KHALAFALLAH A.: «Reponses of wheat plants associated with arbuscular mycorrhizal fungi to short-term water stress followed by recovery at three growth stages» *J. Appl. Sci. Res.* 4:570-580, 2008.
- ADRIANO M.L. ET AL.: «*Biofertilizer of organic coffe in stage of seedling in Chiapas*», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.* 2(3): p. 417-431, México, 2010
- AGROPATRIA: «Guía de insumos agrícolas», 2013, Disponible en <http://www.agropatria.com.ve/?s=trichoderma> Visitado en noviembre 2013.
- AGUIRRE, J., ET AL.: «Hongo endomicorrízico y bacteria fijadora de nitrógeno inoculadas a *Coffea arabica* en vivero», *Revista agronomía mesoamericana*, México, 22(1):71-80, 2011.
- BERG, G.: «Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of micro organisms in agriculture», *Appl Microbiol Biotechnol*, 84:11-18 p., 2009.
- BUSTAMANTE J....ET AL.: (2001). Variedad INIA 01. «Una variedad de alto rendimiento, tolerante a roya y adaptada a las diferentes áreas cafetaleras de

- Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas», *Boletín Técnico INIA*, Bramón, Táchira. Venezuela. 8 p.
- CAICEDO L., Y CHAVARRIAGA W.: «Efecto de la aplicación de dosis de silicio sobre el desarrollo de almácigos de plantas de café», 2008, Disponible en http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15%281%29_2.pdf
Visitado el 6 de febrero de 2014.
- COLMENÁREZ-BETANCOURT F.A., PINEDA J. B.: *Relación entre micorrizas en café y la antracnosis por Colletotrichum gloeosporioides* Penz. VII Congreso SEAE Zaragoza. 179. p.9, 2006.
- COLMENÁREZ-BETANCOURT F. A., Y PINEDA J. B.: «Relación entre la aplicación de inóculo micorrizico y fósforo con la infección por colletotrichum gloesporioides en café», *Fitopatología Venezolana*, 24(01): 5 p., 2011.
- CORPORACIÓN ANDINA DE FOMENTO: *Café grano de oro de Biscucuy hacia una industria cafetalera venezolana*, Colombia, 64 p., 2010.
- ESCALONA, M.: *Interacción de plantas de café fertilizadas con fosforo e inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares y Phoma costarricensis Echandi*, Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias área biotecnología, Universidad de Colima, México. 106 p., 2002.
- GUILCAPI, E.: *Efectos de Trichoderma harzianum y Trichoderma viride, en la producción de plantas de café (Coffea arabica) variedad caturra a nivel de vivero*, Tesis, escuela superior politécnica de Chimborazo, Facultad de recursos naturales. 95 p. 2009.
- GUZMÁN-PIEDRAHITA O. Y RIVILLAS-OSORIO C.: «Relación de Glomus manihotis y G. fasciculatum con el crecimiento de plantas de café y la severidad de la mancha de hierro», *Cenicafé*, 58(3):236-257, 2007.
- HARRIS-VALLE, C...ET AL.: «Tolerancia al estrés hídrico en la interacción planta-hongo micorrízico arbuscular: metabolismo energético y fisiología», *REV. Fitotec. Mex.* Vol 32 (4), 265.271 p., 2009.

- IBARRA-PUÓN, J.C., ET AL.: «Coffea canephora (Pierre) ex Froehner inoculado con micorriza y bacteria fijadora de Nitrógeno en vivero», *Revista Chapingo serie Horticultura*, 20 (2): p. 201-213, 2014.
- INIA. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS: *Manual técnico para productores de Café*, Estado Táchira. Venezuela. 25 p. 2014.
- INIFAP: *Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México, centro de investigaciones regionales pacifico sur campo experimental Rosario Izapa*, México. Folleto técnico número 5. p. 86, 2009.
- INTRIAGO, L.: *Efectos de diferentes tipos y volúmenes de substratos en el desarrollo vegetativo de plántulas de café arábigo a nivel de vivero*, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, Tesis, Ecuador, 89 p. 2012.
- LEBRÓN L., LODGE D. J., BAYMAN P.: «Differences in arbuscular mycorrhizal fungi among three coffee cultivars in Puerto Rico», *ISRN Agronomy*, p. 1-7, 2012.
- LLANES, NELSON: *Comunicación personal* (investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Coordinador del programa de producción de viveros de café, Venezuela, 2014.
- MUJICA, Y.: «Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) por vías diferentes en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)», *Cultivos tropicales*, Vol. 33, No. 4, 71-76 p., La Habana, 2012.
- PÉREZ, U.: *Evaluación de un sistema para la micorrización in vitro en plantas de mora de castilla (*Rubus glaucus*)*, Pontificia Universidad Javeriana, Tesis, Colombia, 101 p., 2011.
- RILLIG, M.C., MUMMEY D.L.: «Mycorrhizas and Soil Structure», *New Phytologist* 171: 41-53, 2006.
- RUIZ, P., ROJAS, K., SIEVERDING, E.: «La distribución geográfica de los hongos de micorriza arbuscular: una prioridad de investigación en la Amazonía peruana», *Espacio y Desarrollo* N° 23, 47-63 p., 2011.

SÁNCHEZ, C., MONTILLA E., RIVERA, R.: «Comportamiento de 15 cepas de hongo micorrizogenos sobre el desarrollo de postura de cafeto en un suelo pardo gleyzoso», *Revista Forestal Latinoamericana*, 38: p. 83-95, 2005.