

DESARROLLO INICIAL DE PLANTAS DE CUPUAZÚ (*Theobroma grandiflorum*) CON CORRECCIÓN DE ACIDÉZ DEL SUELO Y APLICACIÓN DE MICORRIZAS

Initial development of cupuazú plants (*Theobroma grandiflorum*) with soil acidity correction and mycorrhizal application

Paredes. S.B¹ y Zonta A.²

1 Instituto de Investigación Forestal de la Amazonia (IIFA), Universidad Autónoma del Beni, Riberalta, Bolivia. Correo de contacto: paredesbezaleel89@gmail.com

2 Docente de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Autónoma del Beni, e Instituto para el Hombre, Agricultura y Ecología (IPHAE), Riberalta, Beni Bolivia

RESUMEN

El cupuazú (*Theobroma grandiflorum*) es una especie forestal amazónica de interés comercial, cuyo fruto es apreciado en la zona y se consume fresco. Por otro lado, las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que ocurren entre las raíces de una planta y hongos específicos para beneficio de ambos. Es así que el objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo de plantas de cupuazú con micorrizas (15 g/planta) y corrección de acidez del suelo: A (testigo), B (5g cal/planta) y C (10 g cal/planta), en condiciones de vivero, en el municipio de Riberalta, Bolivia. Después de seis meses de la aplicación de las micorrizas, 16 plantas por tratamiento fueron extraídas al azar para medir la longitud de la raíz y del tallo, además del diámetro del cuello del tallo, con un total de 48 plantas evaluadas. Los resultados indicaron diferencias significativas entre algunos tratamientos, evidenciándose que la aplicación de micorrizas y la corrección de acidez favorecen moderadamente al incremento inicial de la longitud de la raíz, tallo, así como el diámetro del cuello de las plantas de cupuazú.

Palabras clave: árboles amazónicos, corrección del suelo, hongos micorrízicos

ABSTRACT

The cupuazú (*Theobroma grandiflorum*) is an Amazonian tree of commercial interest, the fruits are appreciated in the area and they are eaten fresh. In the other hand, mycorrhizae are symbiotic mutualistic associations that occur between a plant roots and specific fungi. Then, the research objective was to evaluate the cupuazú plants development with mycorrhizae (15 g/plant) and soil acidity correction: A (witness), B (5 g cal/plant) and C (10 g cal/plant), in a nursery in Riberalta, Bolivia. Sixteen plants per treatment were selected by random. After six months of the mycorrhizal application, the length of roots and stems, also diameter neck stem were measured. Total of 48 plants were sampled. Results showed significant differences between some treatments, therefore the soil acidity correction and mycorrhizal application improve partially the length of roots, stems and diameter neck of cupuazú plants.

Key words: Amazonian trees, mycorrhizal fungi, soil correction

INTRODUCCIÓN

El cupuazú (*Theobroma grandiflorum* Willd. ex Spreng.) Schum es una especie nativa de los bosques de la región amazónica que ocupa el estrato intermedio. Su domesticación es relati-

vamente reciente, siendo Brasil el país donde se han desarrollado programas de mejoramiento para su aprovechamiento comercial. En Bolivia, el cultivo y producción de cupuazú se desarrolla principalmente en la provincia Vaca Diez del departamento de Beni, y en el municipio Gonzalo

Moreno del departamento de Pando. También se ha introducido este cultivo en las provincias Carrasco y Chapare de Cochabamba, y en el municipio de Palos Blancos, provincia Sud Yungas de La Paz (MACIA, 2003).

En la región norte del departamento del Beni, municipios de Riberalta y Guayaramerín, provincia Vaca Diez, se promueven y amplían las superficies cultivadas con cupuazú desde hace algunos años con el apoyo de dos organizaciones no gubernamentales: el Instituto para la Humanidad, la Agricultura y Ecología (IPHAE) y la Organización Comunal de la Mujer Amazónica (OCMA). La producción de cupuazú en esta zona tiene un componente social importante, debido a que están involucradas familias de pequeños productores campesinos, es así que se realiza como labor comunal en el sentido de lineamientos de desarrollo. Además, tiene que ver con aspectos de medio ambiente y sostenibilidad de la explotación local de los recursos suelo y bosque. La producción del cupuazú representa para las familias de la provincia Vaca Diez una importante fuente de ingresos familiares que permite la satisfacción de necesidades elementales como educación, salud y alimentación. El IPHAE y la OCMA indicaron la existencia de 76,20 ha de *Theobroma grandiflorum* en el municipio de Guayaramerín y 164,40 ha en el municipio de Riberalta (Zonta, 2012).

Por otro lado, se conoce que los suelos ácidos se encuentran sobretodo en la franja tropical, los suelos amazónicos son ácidos, generalmente pobres en nutrientes y poseen un bajo potencial de retención, sobretodo de calcio, potasio y fósforo. Es así que, los suelos de la provincia Vaca Diez se caracterizan por su baja fertilidad, buen drenaje interno y externo, textura franca y franca arcillosa, buen drenaje superficial e interno, profundidad efectiva mayor a un metro, pH de muy ácido (3,7) a moderadamente ácido (5,5) y una capacidad de uso mayor para producción forestal (CIAT, 2012).

El encalado es una práctica agrícola que se usa desde hace mucho tiempo para mejorar la productividad de los suelos ácidos (Osorno, 2012); se sabe que mejora la fertilidad del suelo

y así los rendimientos del cultivo, también mejora la estructura del suelo y la fijación biológica de nitrógeno, reduce la actividad de hongos patógenos del suelo, disminuye la toxicidad del aluminio, aumenta la disponibilidad del fosforo y el contenido de calcio entre otros (Osorno, 2012; Alvarado y Fallas, 2004; Zapata, 2004).

Igualmente, los biofertilizantes mejoran la productividad del cultivo y surgen frente al uso excesivo de agroquímicos y la contaminación del entorno. Las micorrizas como biofertilizante y mejorador del suelo, han sido estudiadas en la región amazónica desde hace años (Garzón, 2015). Éstos organismos formados por la raíz de una planta y el micelio de un hongo en una asociación simbiótica mutualista, absorben nutrientes y agua y lo proporcionan a las plantas, a la vez que las protegen de algunos agentes patógenos, y además contribuyen a la formación de la estructura del suelo (Aguilera *et al.*, 2007; Cuenca *et al.*, 2007). Las micorrizas arbusculares o endomicorrizas constituyen el tipo más común de asociación y son capaces de establecer simbiosis con las raíces de la mayoría de especies de interés agrícola, así colonizan intracelularmente la corteza de la raíz por medio de estructuras especializadas denominadas arbusculos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped (Aguilera *et al.*, 2007; Rojas, 2007).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que hay diferentes asociaciones que se establecen entre el hongo y el hospedante y que cada combinación puede tener efectos distintos sobre el crecimiento de la planta. Así, Agrios (2002) afirma que algunos hongos micorrízicos pueden tener un amplio rango de hospederos, mientras que otros son más específicos; de igual manera algunos de ellos benefician en mayor grado a un determinado hospedante, y algunos hospederos sacan un mejor provecho al asociarse con ciertos hongos micorrízicos que con otros hospedantes. Al respecto, Cuenca *et al.* (2007) y Peña-Venegas *et al.* (2007) coinciden en indicar que factores como la acidez y las concentraciones de materia orgánica, fósforo, nitrógeno, aluminio, cobre y zinc en el suelo, incurren sobre el buen establecimiento

y desempeño de la simbiosis, lo cual se refleja en la capacidad de colonización de hospederos y la producción de esporas de los hongos.

Es así que, el objetivo del estudio fue evaluar el desarrollo de plantas de cupuazú durante seis meses después de la aplicación micorrizas comerciales y con dos tratamientos de corrección de acidez del suelo con cal (hidróxido de calcio), en vivero, en el municipio de Riberalta, Bolivia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Se realizó en la granja “Verdolago”, coordenadas UTM x 1742223, y 8773526, ubicada a 17 km de la ciudad de Riberalta camino a Santa María, provincia Vaca Diez, departamento del Beni, Bolivia. Pertenece al piso ecológico Selva Húmeda Tropical. El clima que predomina en la región es tropical húmedo con temperaturas promedio anuales de 25°C; precipitaciones promedio anual de 1700 mm y tres a cuatro meses con déficit hídrico; humedad relativa de 90 % en época de lluvia y 70 % en época seca; altitud de 170 msnm (AASANA, 2012), la distribución de la precipitación se concentra en los meses de octubre a mayo y la época seca bien diferenciada de junio a septiembre, meses críticos para las plantaciones en los primeros años. El semillero se instaló en enero 2013 y se hizo la medición de los parámetros en septiembre 2013.

Características del suelo. Se utilizó un sustrato con una textura franca arenosa, bien drenado; pH 5,1 (moderadamente ácido); carbonatos libres ausentes; bases intercambiables (cmol Kg⁻¹) de Calcio 0,80; Magnesio 0,40; Sodio 0,05; Potasio 0,12; total de bases intercambiables 1,4; materia orgánica 2,1 %; nitrógeno total 0,13 % (CIAT, 2012).

Siembra y atenciones culturales. Con el sustrato cernido se llenaron 600 bolsas de polietileno de 12 cm de diámetro por 25 cm de altura, luego se distribuyeron en platabanda con 50% de semi-sombra. Según los tratamientos, se aplicó hidróxido de calcio (cal), luego se regó distribuyendo un promedio de 10 litros por metro cuadrado de platabanda. Después de tres días de

aplicado el corrector de acidez, se sembraron las semillas de cupuazú en el centro de cada bolsa. La micorriza se aplicó cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 cm, a cada planta se aplicaron 15 g de hongos micorrízicos en seco (Mycobac) y luego un riego. Los tratamientos fueron: (A) testigo, sin aplicación de micorrizas ni corrección de acidez. (B) 15 g micorrizas/planta + 5 g cal/planta. (C) 15 g micorrizas/planta + 10 g cal/planta. Luego, a partir de este momento se consideró un periodo de 180 días o seis meses. Las plantas crecieron en condiciones de semi-sombra, con limpieza de malezas periódica y aplicación de riego. Como el ensayo se desarrolló en meses con poca precipitación, fue necesaria la aplicación de riego diario, 10 litros por metro cuadrado en las primeras horas del día.

Medición de las plantas. Las plantas crecieron en condiciones iguales en el vivero, pasados los seis meses de la aplicación de micorrizas, 16 plantas por tratamiento se seleccionaron al azar, haciendo un total de 48 plantas evaluadas. Se midió la longitud final del tallo y la raíz, así como el diámetro del cuello del tallo.

Diseño experimental y análisis de los datos. El diseño aplicado fue de parcelas al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 25 m² y el tiempo de evaluación de seis meses. Los datos de longitud de la raíz; longitud y diámetro del tallo se analizaron con ayuda del programa estadístico SPSS, mediante ANAVA para ver diferencias entre repeticiones y tratamientos, con un intervalo de confianza para la media de 95%, además de HSD de Tukey para comparaciones múltiples.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las tres variables evaluadas no mostraron diferencias significativas entre repeticiones ($p > 0,05$) (datos no mostrados), por lo cual se hizo la comparación entre tratamientos. En la Tabla 1 se reportan los resultados, donde resalta el tratamiento C (15 g micorrizas + 10 g cal) con los valores más altos, aunque el análisis estadístico sólo muestra diferencias significativas en el diámetro del cuello de C (4,98 mm) frente a

los demás tratamientos ($p < 0,05$), mientras que A y B no presentan diferencias significativas entre sí.

Tabla 1. Parámetros del tallo y la raíz de las plantas de Cupuazú (*Theobroma grandiflorum*) con corrección de acidez del suelo y aplicación de micorrizas, en Riberalta, Bolivia 2013.

Tratamientos	Diámetro Cuello (mm)	Longitud Tallo (cm)	Longitud Raíz (cm)
A (testigo)	2,58	28,09	13,62
B	3,08	24,87	11,50
C	4,98*	32,87	19,40

El asterisco indica diferencia significativa ($p < 0,05$)

En el incremento de la longitud del tallo (Tabla 1), si bien el tratamiento C (32,87 cm) muestra un valor superior, no difiere estadísticamente del testigo A (28,09) ni de B (24,87), el análisis de varianza al 5 % de error no reveló la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Aún así, Enríquez (2009) en un estudio similar realizado sobre el desarrollo del palmito en fase de vivero, reportó diferencias significativas para dosis mayores, utilizando de 20 a 30 g de micorrizas nativas, lo cual sugiere que las nativas podrían ser más efectivas en la relación de simbiosis. Alvarez *et al.* (2013) también evaluaron diferentes niveles de encalado con y sin micorrizas, obteniendo una altura mayor de plantas de *Pinus halapensis* con la interacción encalado y micorrizas.

En el análisis de la longitud de la raíz (Tabla 1), el tratamiento C también mostró las raíces más largas (19,40 cm), aunque no hubo diferencias significativas frente al testigo A (13,62), pero fue distinto estadísticamente al tratamiento B (11,50) ($p < 0,05$). Al respecto, Hernández (2001) en un experimento realizado en un sustrato inerte, concluyó que los paltos micorrizados crecen más rápido y son significativamente más grandes que los aquellos no micorrizados después de 105 días de la inoculación; a los 129 días de la inoculación, las plantas con micorrizas eran 30% más grandes que los paltos no micorrizados y esta diferencia entre estos dos grupos continuó aumentándose con el tiempo. Por lo que, la diferencia entre nuestros tratamientos y el testigo podría incre-

mentarse con el tiempo, ya que a medida que crece el área de la micorriza ésta promueve una mayor absorción de nutrientes para la planta. También en un experimento de plátano con micorrizas (Barrera-Violeth *et al.*, 2012) demostraron que la longitud de la raíz se favorecía con la aplicación de micorrizas locales, lo cual podría ser la razón de obtener estos resultados moderados ya que no se utilizaron micorrizas del lugar.

Aquí reportamos que la aplicación de 10 g de cal + 15 g de micorriza (tratamiento C), podría mejorar parcialmente el desarrollo inicial de la planta de cupuazú en fase de vivero, en las condiciones locales; quizás con resultados más interesantes utilizando micorrizas nativas y no comerciales. Al respecto, en un estudio de cupuazú con micorrizas en la amazonia central del Brasil (Oliveira y Oliveira, 2005), reportaron que la colonización micorrízica es estacional y dependiente de la planta huésped, precipitación pluvial, humedad y química del suelo, es así que la colonización de las micorrizas en nuestro experimento podría haber estado condicionada a varios factores.

Finalmente, se sabe que las micorrizas arbusculares se encuentran ampliamente distribuidas en los trópicos (Peña-Venegas *et al.*, 2006), y dado que el éxito de la asociación hongo-planta depende de diversos factores, nos convendría probar con cepas locales ya acostumbradas al entorno, además por periodos más largos de tiempo.

CONCLUSIONES

El presente estudio sugiere que, el incremento de la longitud de la raíz, del tallo, y sobretodo del diámetro del cuello de plantas de Cupuazú (*Theobroma grandiflorum*), mejora moderadamente con 10 gramos de cal y 15 gramos de micorrizas por planta, en fase inicial, en las condiciones de Riberalta, Bolivia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASANA, 2012. Meteorología. Reportes meteorológicos: Riberalta. Disponible en: <http://www.aasana.bo/>

Aguilera G.L.I, Olalde P.V., Rubí A.M., Contreras A.R., 2007. Micorrizas arbusculares. Ciencia Ergo Sum, vol. 14, num.3. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. Pp 300-306. Disponible en: www.redalyc.org/articulo.oa?id=10414307

Agrios G., 2002. Fitopatología. Academic press inc. México D. F. pp 838.

Alvarado A. y Fallas J.L., 2004. La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L.f.) en suelos ácidos de Costa Rica. Agronomía Costarricense 28(1): 81-87. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/436/43628108.pdf>

Álvarez-Sánchez M.E., Hernández-Acosta E., Maldonado-Torres R. y Rivera-González M., 2013. Encalado y micorrizas para corregir deficiencia de fósforo en un Andisol cultivado con *Pinus halepensis*. Madera bosques Vol.19 N°1. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712013000100002

Barrera-Violeth J.L., Oviedo-Zumaque L.E., Barrera-Álvarez F.V., 2012. Evaluación de micorrizas nativas en plantas de plátano Hartón (*Musa AAB Simmonds*) en fase de vivero. Acta Agronómica, vol. 61, núm. 4, pp. 315-324 Universidad Nacional de Colombia Palmira, Colombia.

CIAT, 2012. Boletín informativo. Centro de investigación Agrícola Tropical. Santa Cruz, Bolivia.

Cuenca G., Cáceres A., Oirdobro G., Hasmy Z. y Urdaneta C., 2007. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. Interciencia, versión impresa ISSN 0378-1844, INCI v.32 n.1 Caracas, Venezuela. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000100006

Enríquez F.G., Nuñez L.G., Paillacho F.I., 2009. Evaluación de la efectividad de las micorrizas arbusculares nativas sobre el desarrollo y estado nutritivo del palmito (*Bactris gasipaes* Kunt) en etapa de vivero. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia

del Suelo, Ecuador. Disponible: <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/4.-Freddy-Enriquez-Micorrizas-vivero.-ESPE-Ecuador.pdf>

Garzón L.P., 2015. Importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para un uso sostenible del suelo en la Amazonia colombiana. En prensa: Revista Luna Azul, 42, 217-234. Disponible en: <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/136-importancia-de-las-micorrizas>

Hernández A.C.A., 2001. Efecto del hongo micorriza (*Glomus intraradices* Schenk & Smith) en el crecimiento del portainjerto Mexícola (*Persea americana* Mill) cultivado bajo cinco tratamientos de fertilización. Taller de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile, 84 pp. Disponible en: http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/G-H-I/HernandezClaudio2001.pdf

Oliveira A.N. de, Oliveira L.A de, 2005. Dinâmica sazonal de fungos micorrízicos arbusculares em plantas de *Theobroma grandiflorum* Schum e *Paullinia cupana* Mart. de um sistema agroflorestal na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Brazilian Journal of Microbiology, vol.36, No.3. São Paulo. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-83822005000300011>

Osorno H.H., 2012. Mitos y realidades de las cales y enmiendas en Colombia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6834/1/70660741.2012.pdf>

Peña-Venegas C.P, Cardona V.G.I, Mazorra V.A.M., Arguelles C.J.H., Arcos A.L., 2006. Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana. Catálogo Ilustrado. ISBN: 958-975-97-6-9. 90 p. Disponible en: <http://www.sinchi.org.co/index.php/centro-de-informacion-y-divulgacion/publicaciones/item/51-micorrizas>

Peña-Venegas C.P, Cardona G.I Arguelles J.H., Arcos A.L., 2007. Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del

suelo. Acta Amazónica v.37 n.3 Manaus. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300003>

Rojas R.K., Ortuño N., 2007. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto Cochabamba. Rev. Acta Nova. Vol.3, N°4 Cochabamba, Bolivia. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892007000200005&script=sci_arttext

MACIA, 2003. Cadena Productiva: Frutas Exóticas.

Ministerio de Asuntos Campesinos Indígenas y Agropecuarios, MACIA, Cochabamba, septiembre 2003. Pag. 534. Disponible en: http://www.del.org.bo/info/archivos/frutas_exoticas/capitulo%201.pdf

Zapata R., 2004. Química de la acidez del suelo. Corrección de la toxicidad por aluminio en el suelo. Primera Edición. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1735/5/9583367125.5.pdf>

Zonta A., 2012. Cultivo del cupuazú. Instituto para el Hombre Agricultura y Ecología (IPHAE). Riberalta, Beni, Bolivia (Comunicación personal).