

**DETERMINACIÓN DE HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS (HMA) EN  
*Theobroma cacao* L, *Musa* sp., *Simmonds*, *Borojoa patinoi*. Cuatr Y *Bactris  
gassipaes* HBK  
EN EL MUNICIPIO DE TUMACO, NARIÑO.**

William Ballesteros Possú <sup>1</sup>  
Alberto Unigarro S. <sup>2</sup>  
Shyrley Carolina Rosero Bastidas <sup>3</sup>  
Andrea Fernanda Solarte Revelo <sup>3</sup>

**RESUMEN**

En el municipio de Tumaco, Nariño, se evaluó la presencia de hongos formadores de micorrizas (HMA) en cultivos de *Theobroma cacao*, *Musa* sp, *Borojoa patinoi* y *Bactris gassipaes*. Bajo condiciones de laboratorio se cuantificó el porcentaje de infección de raíces (en lámina) y se determinó las especies de HMA presentes en cada uno de los cultivos (por medio de la separación de esporas).

El mayor porcentaje de infección (48%) correspondió a *Musa* sp; *Bactris gassipaes* presentó el 20%; *Borojoa patinoi* y *Theobroma cacao* presentaron los valores más bajos con el 12% y 8% respectivamente. Los géneros de Micorriza HMA presentes, en los cultivos, correspondieron a *Scutellospora* y *Glomus* sp en *Musa* sp; *Glomus* y *Acaulospora* en *Bactris gassipaes* y *Glomus* sp. en *Borojoa patinoi* y *Theobroma cacao*.

**Palabras clave:** hongos, micorriza, *Theobroma cacao*, *Musa* sp, *Bactris gassipaes*, *Borojoa patinoi*.

**SUMMARY**

Presence of forming mycorrhiza fungi (HMA) was studied in the municipality of Tumaco in cocoa *Theobroma cacao* L, *platano* *Musa* sp., *Simmonds*, borojó *Borojoa patinoi* Cuatr., and chontaduro *Bactris gassipaes* HBK crops. The study was carried out under laboratory conditions to measured percentage infection of roots, in glass slides and HMA species, by means of spore separation, in each above mentioned crops.

The greatest infection percentage was observed in *Musa* sp 48%, in *Bactris gassipaes* it was observed 20%, whereas *Borojoa patinoi* and *Theobroma Theobroma cacao* showed tower values, 12% and 8% respectively.

Geners of HMA observed in crops were: *Scutellospora* and *Glomus* sp in *Musa* sp; *Glomus* and *Acaulospora* in *Bactris gassipaes* and *Glomus* sp., in *Borojoa patinoi* and *Theobroma cacao*.

**Key words:** fungi, mycorrhiza, *Theobroma cacao*, *Musa* sp, *Bactris gassipaes*, *Borojoa patinoi*.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agroforestal, M.Sc., Profesor Asistente. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.

<sup>3</sup> Estudiantes de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

La Costa pacífica Nariñense se caracteriza por poseer condiciones edáficas, climáticas y ambientales propias del bosque húmedo tropical. Aquí se desarrolla una compleja vegetación con plantas herbáceas, arbustivas, parásitas, epifitas, bejuco y palmas; además, de un sinnúmero de macro y microorganismos vegetales y animales, muchos de ellos desconocidos pero afectados de manera cualitativa y cuantitativa cuando se hacen cambios en estos sitios, dada la fragilidad de los ecosistemas.

En esta región, al estudio de los microorganismos se le ha dado poca importancia y son pocas las investigaciones que tratan de comprender las funciones e interrelaciones de estos entre sí, con otros organismos y con los ecosistemas en general. Las actividades productivas agrícolas se han basado en la transferencia de paquetes tecnológicos no adaptados a las condiciones del medio, desconociendo el impacto sobre la microfauna y microflora, especialmente en las Micorrizas Arbusculares HMA. Se ha estimado que en el trópico, aproximadamente el 71% de las especies vegetales forman micorriza arbuscular, un 16% otros tipos de micorriza y un 13.4% son no micorrizógenas (Azcon y Barea, 1988).

Las micorrizas juegan un papel importante en la nutrición vegetal. Si se tiene en cuenta el comportamiento mineral de alrededor del 70% de los suelos tropicales, altamente meteorizados, con complejos coloidales conformados por arcillas de tipo 1:1, que presentan alto poder de fijación de fósforo; los hongos micorrizógenos, como se ha demostrado, romperían mediante diferentes mecanismos esta barrera natural para el desarrollo vegetal (Salinas, 1985).

Estudios realizados por Azcon y Barea (1988) muestran los efectos benéficos de las micorrizas arbusculares HMA en el mejoramiento de la adaptación de plantas micropropagadas (manzana, durazno), en la reducción de la mortalidad de plantas ornamentales y frutales, al crecer en sustratos con bajos contenidos de fósforo y buena aireación, que se refleja en el incremento del peso de hojas y raíces, así como una floración más precoz, utilizando micorrizas del género *Glomus* (*mosseae*, *intraradices* y *viscosum*), que en plantas no micorrizadas.

En el ámbito mundial, se reportan múltiples experiencias acerca de los beneficios de las micorrizas arbusculares (HMA) sobre especies frutales donde frecuentemente se compara el crecimiento de plantas micorrizadas con no micorrizadas, estas diferencias son atribuibles a una mayor absorción de nutrientes, mayores niveles en la producción de hormonas y mayores contenidos de clorofila. Estas diferencias se han observado en especies tropicales de árboles y arbustos (Azcon y Ocampo, 1981).

En el Valle del Cauca se ha comprobado la presencia natural e importancia de la HMA en frutales como cítricos *Citrus* spp, guanábana *Anona muricata* L., lulo *Solanum quitoense*, guayaba *Psidium guajava*, tomate de árbol *Solanum betaceae*, curuba *Pasiflora mollissima*, mora *Rubus* sp, maracuyá *Passiflora edulis* Sims, Borojó *Borojoa patinoi*, aguacate *Persea americana* L., y grandilla *Pasiflora ligularis*, entre otros (Sánchez de Prager, 1999).

Estudios realizados en el municipio de San Pablo, departamento de Nariño, han confirmado la presencia de hongos micorrícicos arbusculares en la rizósfera de árboles en producción de laurel de cera. En este trabajo las micorrizas manifestaron cierta especificidad ecológica relacionada con la vegetación, clima, características edáficas del ecosistemas; indicando la existencia de una interacción compleja (Sánchez de Prager, 1999).

Con relación a los agroquímicos, se ha encontrado que el uso indiscriminado de ellos disminuye los porcentajes de infección y el efecto positivo de la simbiosis; igualmente se ha determinado su importancia en condiciones de salinidad y la influencia de la materia orgánica sobre la eficiencia de la asociación hongo – raíz (Sánchez de Prager, 1999).

De esta forma, estas tecnologías pueden beneficiar y ser fácilmente transferidas a técnicos y agricultores dedicados a la producción de especies de importancia económica como plátano, yuca y ñame, mediante el desarrollo e implementación de metodologías de manejo y producción, tanto de micorrizas arbusculares, como también la aplicación de humus de lombriz en módulos locales artesanales establecidos en fincas de productores (Diederichs y Moawad, 1993).

## METODOLOGIA

**Localización.** El municipio de Tumaco presenta una temperatura promedio de 25°C, precipitación pluvial anual de 2500 mm, humedad relativa del 84% y una radiación solar de 1061.8 horas/año (Cortés Perlaza, 2000), pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (bh -T) (Holdridge). Los suelos presentan una reacción fuertemente ácida, con altos contenidos de aluminio, son de textura arcillosa.

**Toma de muestras de suelo y raíz.** En la zona rural del municipio de Tumaco, en un área cercana a las 10.000 hectáreas, en un relieve de vegas y colinas bajas, donde se encuentran cultivos nucleados de *Musa sp.* AAB Simmonds, *Theobroma cacao L.*, *Borojoa patinoi* Cuart y *Bactris gasipaes* HBK; se seleccionaron 20 fincas al azar, donde se procedió a tomar submuestras de suelo y raíz de 5 árboles/ especie/ finca, para un total de 400 árboles.

De la rizosfera de las plantas seleccionadas (explorando hasta 100 cm de diámetro a 20 cm de profundidad) (Sieverding, 1983; Guerrero, 1996 y Sánchez de Prager, 1999) se recolectaron aproximadamente 50 kg de suelo y 0.5 kg de raíces por especie; los cuales debidamente identificadas se llevaron al laboratorio de suelos de la Universidad de Nariño. Parte del material se utilizó en la separación de esporas (del suelo) y evaluación del porcentaje de infección de raíces en láminas y los análisis físico - químicos de suelo. El resto de suelo y raíces se utilizó en el trabajo de invernadero.

**Coloración del hongo en la raíz y determinación de la infección.** Para determinar el porcentaje de infección por HMA, se colorearon las raíces con azul de tripano, siguiendo la metodología propuesta por Sieverding (1983). Una vez teñidas las raíces se montaron en una lámina portaobjetos y se observó al microscopio de luz con un aumento de 100x, moviendo la lámina por medio del carro portaobjetos en toda la extensión de la muestra, de modo que el objetivo cruzó las raíces en cuatro puntos del cubre objetos; se contabilizaron las intersecciones totales y las intersecciones que presentaban estructuras del hongo.

**Separación de esporas del suelo.** Se utilizó el método descrito por Sieverding (1983), el cual consiste en pesar 50 g de suelo en un Beaker, agregarle agua, agitar y vaciar el sobrenadante a una serie de tamices, repitiendo el proceso varias veces, luego se transfiere la fracción del tamiz de 350  $\mu$ m a una caja petri y el contenido del tamiz de 44  $\mu$ m a un tubo de ensayo con aproximadamente 25 cc de sacarosa al 50%, se centrifuga el conjunto durante 3 minutos a 2700 r.p.m , luego se procede a sacar la capa intermedia del gradiente entre el agua y el azúcar con una jeringa y se pasa al tamiz fino para lavar las esporas con agua corriente. Posteriormente se montan las esporas en placas para su observación al microscopio.

**Identificación de esporas del suelo.** Las esporas y raíces fueron montadas y fijadas en placas y se enviadas al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Valle del Cauca, donde se realizó la respectiva identificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

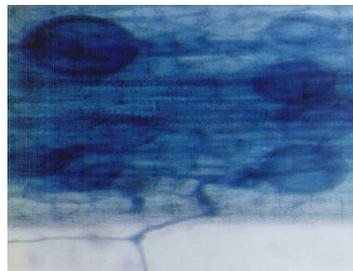
**Identificación de géneros de HMA.** En el Laboratorio de Suelos de La Universidad de Nariño, se realizó la separación de esporas de los suelos estudiados, las que enviaron al CIAT para su identificación reportando los valores de la Tabla 1, en la cual se relacionan los géneros encontrados en los cuatro cultivos estudiados.

**Tabla 1. Géneros de HMA encontrados en suelos del municipio de Tumaco, Nariño.**

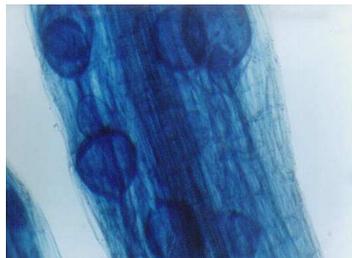
| CULTIVO                  | GÉNERO DE HMA                      |
|--------------------------|------------------------------------|
| <i>Musa sp</i>           | <i>Scutellospora</i>               |
| <i>Bactris gassipaes</i> | <i>Glomus</i> - <i>Acaulospora</i> |
| <i>Borojoa patinoi</i>   | <i>Glomus</i>                      |
| <i>Theobroma cacao</i>   | <i>Glomus</i>                      |

Además, se observó (en las placas), la presencia de esporas internas en las raíces de *Musa sp* y de *Bactris gassipaes* las cuales son propias de los géneros *Glomus* y *Scutellospora* de HMA (Sieverding, 1989). En la Figura 1 y Figura 2, se observan las estructuras mencionadas.

**Figura 1. Esporas internas de HMA en raíces de *Musa sp***



**Figura 2. Esporas internas de HMA en raíces de *Bactris gassipaes***



El género *Glomus* está presente en cultivos de *Theobroma cacao* y *Borojoa patinoi*, (Figuras 3, 4 y 5); en *Bactris gassipaes* además del *Glomus* se encontró el género *Acaulospora*; el género *Scutellospora* solo estuvo presente en el cultivo de *Musa sp* (Figura 6).

**Figura 3. Esporas de HMA de *Glomus sp.*, observadas en suelo de cultivos de *Theobroma cacao* en el municipio de Tumaco, Nariño.**



Al respecto Sieverding (1991) utilizando micorrizas nativas encontró que el género *Glomus* estaba presente en la mayoría de especies estudiadas y la catalogó como una de las HMA más competitivas y efectivas para el crecimiento de las plantas, incrementando la absorción del P, la proliferación de raíces, presentando alto porcentaje de colonización y conservando su efectividad en ensayos de invernadero, además, tolera la aplicación de fertilizantes fosfatados y su mayor efectividad se presenta en pH de 5 a 6.

**Figura 4. Esporas de HMA de *Glomus sp.*, observadas en suelo de cultivos de *Musa sp* y *Bactris gasipaes*, en el municipio de Tumaco, Nariño.**



**Figura 5. Esporas de HMA de *Glomus sp.*, observadas en suelo de cultivos de *Borojoa patinoi* en el municipio de Tumaco, Nariño.**



Resultados similares reportaron Erazo y Ortiz (2000), cuando evaluaron la presencia de micorrizas presentes en Laurel de cera con frecuencias de los géneros *Glomus* (94.11%), *Scutellispora* (35.29%), *Acaulospora* (23.52%) y *Gigaspora* (17.64%) resultados que demuestran la importancia del género *Glomus* en los ecosistemas tropicales.

**Figura 6. Esporas de HMA de *Scutellospora sp.*, observadas en el suelo de cultivos de *Musa sp* en el municipio de Tumaco, Nariño.**

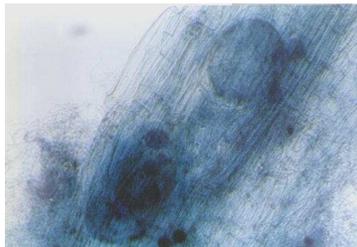


**Porcentaje de infección – raíz por HMA.** La tinción de raíces permitió observar arbuscúlos (Figura 7), vesículas (Figura 8), y micelio (Figura 9), las cuales son estructuras propias de las HMA. En la Tabla 2, se aprecia el porcentaje de infección calculado.

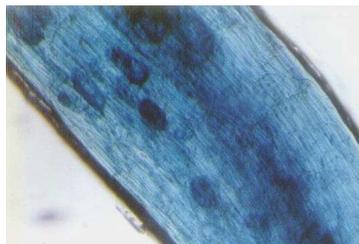
**Tabla 2. Porcentaje de colonización por HMA en segmentos radiculares de diferentes cultivos de Tumaco, Nariño.**

| MUESTRA DE RAÍCES        | PORCENTAJE DE INFECCIÓN (%) |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Musa sp</i>           | 48                          |
| <i>Bactris gassipaes</i> | 20                          |
| <i>Borojoa patinoi</i>   | 12                          |
| <i>Theobroma cacao</i>   | 8                           |

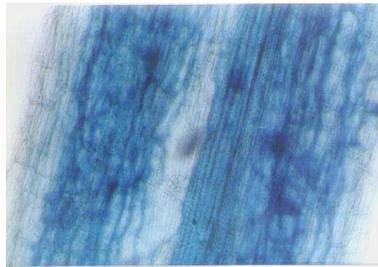
**Figura 7. Arbuscúlos de HMA presentes en raíces de los cultivos evaluados en el municipio de Tumaco, Nariño.**



**Figura 8. Estructuras de almacenamiento (vesículas) de hongos endomicorrícicos observados en raíces de los cultivos evaluados en el municipio de Tumaco, Nariño.**



**Figura 9. Micelio interno de HMA observado en las raíces de los cultivos evaluados en Tumaco, Nariño.**



En *Musa sp* se encontró el mayor porcentaje de infección por HMA comparado con el obtenido en los otros cultivos, lo cual parece indicar una baja presencia de HMA en los suelos estudiados o que los cultivos evaluados presentan algún grado de especificidad respecto a las HMA presentes en el suelo.

Lo anterior conlleva a realizar estudios para la inoculación de HMA de los cultivos evaluados a nivel de almácigos para asegurar su presencia en las plantaciones y mejorar la nutrición y por ende la producción de estos cultivos.

### CONCLUSIONES

En los suelos de los cultivos evaluados (*Musa sp.*, *Borojoa patinoi* y *Theobroma cacao* y *Bactris gassipaes*) en el municipio de Tumaco, se identificaron en *Musa sp*, los géneros *Scutellospora* y *Glomus*, en *Bactris gassipaes*, *Glomus* y *Acaulospora*, en *Borojoa patinoi* y *Theobroma cacao* el género *Glomus*.

Las raíces de los cultivos presentaron diferentes porcentajes de infección siendo *Musa sp* con 48% la especie con mayor valor, seguido del *Bactris gassipaes* con 20%; *Borojoa patinoi* y *Theobroma cacao* reportaron los valores más bajos con 12% y 8% respectivamente.

### BIBLIOGRAFÍA

AZCON, C. y BAREA, J. Micorrizas. En: Biología vegetal. Libro de investigación y Ciencia. Prensa científica : España, 1988. p. 83-89.

AZCON, C. and OCAMPO, J.A. New Phytol, s.l. 1981. p. 677-685.

DIEDERICHS, C. y MOAWAD, A. The Potential of VA Mycorrhizae for plant nutrition in the tropics. *Angew Bot.* s.l. 1993. p. 91 – 96.

ERAZO, J. y ORTIZ, J. Determinación de la presencia de hongos formadores de micorriza vesículo arbuscular (MVA) en Laurel de Cera (*Myrica pubescens* H&B ex WILLD) en el municipio de San Pablo, departamento de Nariño, Pasto, 2000. 90 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestales). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

GUERRERO, F. Eduardo. Micorriza fundamentos biológicos y estado de arte. En: GUERRERO, E. Micorrizas. Recurso biológico del suelo. Fondo FEN. Bogotá, Colombia 1996. p. 1-46.

SALINAS, J. Oxisoles y Ultisoles de Colombia y America Latina. En: Rev. Suelos Ecuatoriales. Vol. 15. 1985. p. 16 – 30.

SÁNCHEZ DE PRAGER, M. Endomicorrizas y Agroecosistemas. En: XVII Congreso de Fitopatología y Ciencias afines. ASCOLFI. Pineda, L.B. ed. CIAT. Palmira. 1999. p. 81-92.

SCHENK, N.C and SCHROEDER, V.N. Temperature response of endogone micorrhiza on soybean roots. Vol. 66. 1974. p. 600-605.

SIEVERDING, E. Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical ecosystems. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, Bremer, Germany. 1991. p. 5 – 10.

\_\_\_\_\_ Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo – arbuscular en el laboratorio. CIAT. Cali. Colombia : 1983. 56 p.