



USO DE HONGOS FORMADORES DE MICORRIZA COMO ALTERNATIVA BIOTECNOLÓGICA PARA PROMOVER LA NUTRICIÓN Y EL CRECIMIENTO DE PLANTULAS

N.W. Osorio

Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D. Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia
Calle 59A No. 63-20, Of. 14-216, Código Postal 050034, Medellín, Colombia (e-mail: nwsorio@unal.edu.co)

RESUMEN. En este documento se presenta brevemente la función que cumplen los hongos formadores de micorrizas (endo- y ecto-micorrizas) en el crecimiento vegetal. Particularmente, se discute su papel en la absorción de fósforo y los efectos benéficos que esto conlleva en el crecimiento de las plántulas. Igualmente, se indican las condiciones de suelo y cultivo bajo las cuales se debe inocular un suelo con hongos micorrizales. **Palabras claves:** fósforo, endomicorriza, ectomicorriza, inoculación.

USE OF MYCORRHIZAL FUNGI AS A BIOTECHNOLOGICAL ALTERNATIVE TO PROMOTE SEEDLING NUTRITION AND GROWTH

ABSTRACT. The objective of this document it is to present briefly the beneficial effects of endo- and ecto-mycorrhizal fungi on seedling nutrition and growth. Particularly, it is discussed the role of these fungi on plant phosphate uptake and the soil and plant conditions that indicate the need for soil inoculation. **Keywords:** phosphorus, endomycorrhiza, ectomycorrhiza, inoculation.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más serios de la agricultura en la zona altoandina tropical es la baja disponibilidad de fósforo (P) y la capacidad del suelo para retenerlo en formas no disponibles para las plantas. Muchos proyectos de producción agrícola, pecuaria y forestal no son exitosos porque las plantas cultivadas están sometidas a la deficiencia de P. Una de las formas con que tradicionalmente se enfrenta el problema es aplicando una alta cantidad de fertilizantes fosfóricos, sin embargo, la eficiencia de la fertilización fosfórica es muy baja en estos suelos (<5%). Esto, por supuesto, va en detrimento del rendimiento económico del cultivo.

Una alternativa viable para aumentar la capacidad de las plantas para absorber fosfato del suelo es a través del establecimiento de la asociación micorrizal. Ésta alternativa biotecnológica ha sido exitosamente probada en varias especies vegetales por muchos investigadores a nivel mundial. Sin embargo, antes de emplear masivamente estos hongos micorrizales es necesario conocer el grado de Dependencia Micorrizal de la especie vegetal de interés.

En este boletín se expondrán conceptos básicos de lo que son las micorrizas, su funcionamiento y los efectos benéficos que se pueden obtener al considerarlas en la producción vegetal.

QUE SON LAS MICORRIZAS?

El término micorriza fue propuesto para describir la asociación simbiótica que se presenta, de manera natural, entre las raíces del 95 % de las especies vegetales y ciertos hongos del suelo. Es una relación mutualista en la que el hongo coloniza la raíz y proporciona a la planta hospedera agua y nutrientes que absorbe del suelo a través de su red externa de hifas. La planta por su parte aporta los compuestos carbonados que el hongo utiliza como fuente energética.

El incremento en la absorción de nutrientes del suelo, se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas.

CLASES DE MICORRIZAS

Las principales clases de micorrizas son:

Ectomicorrizas: corresponden a relaciones simbióticas entre especies vegetales de interés forestal y hongos Basidiomicetes y Ascomicetes.

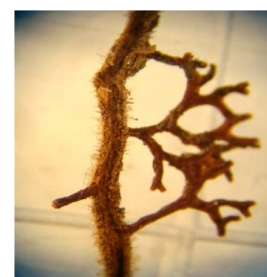


Fig. 1. Izquierda: hongo ectomicorrizal *Amanita muscaria*. Derecha: raíces de *Pinus tecunumanii* colonizadas por *A. muscaria*. Note las raíces bifurcadas y el manto alrededor de la superficie de la raíz.

La micorriza es una asociación simbiótica natural entre raíces y hongos nativos del suelo

Endomicorrizas o micorrizas arbusculares: se constituyen en la interacción entre las raíces de la mayoría de las especies vegetales incluyendo muchas especies de plantas de interés agropecuario y hongos Glomeromycetes, denominados hongos micorrizo-arbusculares (HMA).

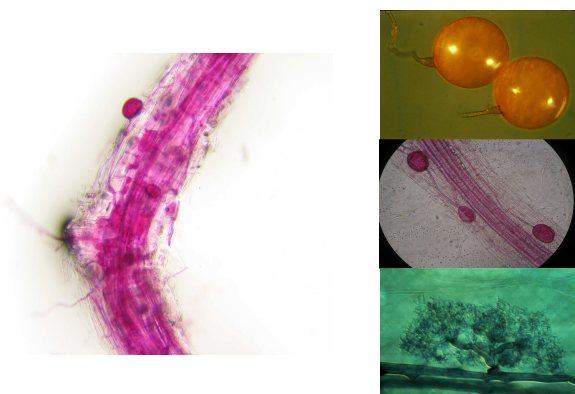


Fig. 2. Izquierda: raíces de leucaena colonizadas por el hongo endomicorrizal *Glomus aggregatum* (teñidas fucsina ácida) vistas en estereomicroscopio. Derecha (arriba-abajo): esporas del hongo, vesículas y arbusculos en la raíz vistos al microscopio.

Aunque los HMA no presentan especificidad por una planta hospedera, en algunos experimentos se ha encontrado que la respuesta a la inoculación cambia en función del hongo utilizado. Sin embargo, esto puede ser debido a la calidad del inóculo más que a un mecanismo de especificidad.

Los hongos micorrizales ayudan a las raíces a captar agua y nutrientes del suelo

COLONIZACION MICORRIZAL

Cuando las condiciones ambientales de temperatura y humedad son favorables, las esporas e hifas, que actúan como estructuras infectivas de los HMA, germinan en el suelo y entran en contacto con la superficie de las raíces. Durante este proceso de infección, el hongo micorrizal coloniza la epidermis y las células del córtex de la raíz. Dentro de éstos tejidos el hongo desarrolla estructuras llamadas arbusculos que le permiten intercambiar nutrientes con la raíz. Las hifas del hongo pueden crecer externamente desde la raíz de la planta hacia el suelo y explorar un volumen de suelo al que las raíces no tienen acceso. Posterior a la formación de los arbusculos, suelen aparecer, con algunos tipos de HMA, unas estructuras globosas e irregulares llamadas vesículas que se forman generalmente en los extremos de las hifas intrarradicales del hongo y son consideradas órganos de reserva.

INOCULACIÓN

Hace referencia al proceso de aplicar un sustrato que contenga estructuras infectivas (esporas, hifas, raíces infectadas) alrededor del sistema radical de la planta, con el fin de lograr la colonización de las raíces. La inoculación micorrizal se facilita en aquellos cultivos que tienen una fase de semillero, vivero o almacigo. En esos casos se

puede aplicar el inóculo en el hoyo donde se siembra la semilla o la plántula. También se puede mezclar el inóculo con el sustrato de crecimiento de las raíces. La dosis es variable (20-40 g/kg) y depende, en buena parte, de la calidad del inóculo.



Fig. 3. Adición de inóculo micorrizal en el hoyo en que se trasplanta las plántulas de café.

Los hongos micorrizales están en casi todos los suelos, cuando faltan se requiere inocular el suelo

CUANDO INOCULAR CON HMA?

Se recomienda la aplicación de inóculo micorrizal cuando:

- Las plantas requieren altas cantidades de P.
- La concentración de P disponible es baja.
- La población de HMA nativa del suelo es escasa, poco agresiva e ineficaz. Como ocurre en suelos erosionados, degradados o contaminados.
- Se ha realizado un manejo intensivo de fungicidas.
- La especie vegetal depende de la asociación micorrizal. Algunas especies tienen una alta dependencia micorrizal, mientras que otras tienen baja dependencia y algunas son independientes de esta asociación.

Antes de inocular un suelo es necesario conocer el grado de dependencia micorrizal de la especie vegetal que se requiere cultivar.

EFFECTOS DE LA ASOCIACION MICORRIZAL

La amplia red de hifas extrarradicales desarrolladas por los HMA se extienden desde la superficie de la raíz, esto aumenta considerablemente la superficie de absorción de la planta de 100 a 1000 veces, y por tanto su capacidad de absorción. A medida que las hifas crecen captan y transfieren nutrientes de baja difusión, principalmente P, Cu, Zn, entre otros, desde la solución del suelo hasta la planta huésped.



Fig. 4. Efecto de la inoculación micorrizal en plántulas de café, aguacate, curuba y leucaena. En cada caso la planta de la izquierda no recibió inóculo micorrizal, la de la derecha recibió la inoculación micorrizal.

La inoculación micorrizal puede mejorar el crecimiento vegetal

Además de su papel en la nutrición vegetal, la asociación micorrizal contribuye significativamente al mejoramiento de la estructura del suelo, incrementa la resistencia de la planta al estrés hídrico, al ataque de enfermedades y favorece interacciones con otros microorganismos benéficos.

La inoculación micorrizal ha mejorado el crecimiento de plántulas de diversas especies vegetales como: aguacate, café, pastos, especies de interés forestal, entre otras.

La calidad del inóculo es determinante para evaluar su efectividad sobre las plántulas; en general, se considera un inóculo adecuado cuando este contiene al menos 30 propagulos infectivos por g de suelo. Comercialmente se exige que hayan 50 propagulos micorrizales infectivos por g de suelo. El inóculo micorrizal debe estar y mantenerse seco, esto le permite mantener su viabilidad por varios meses y aún años.

Los mejores resultados con la inoculación micorrizal se obtienen cuando en la solución del suelo hay una concentración de P de 0.02 mg/L. Concentraciones muy bajas (0.001-0.005 mg/L) no permiten que haya respuesta a la inoculación micorrizal, mientras que concentraciones muy altas (~0.2 mg/L) inhiben la efectividad del hongo y en algunos casos generan efectos negativos del hongo sobre

la plantas.

En el caso de las plántulas de pinos (*Pinus patula*, *P. tecunumanii* y *P. oocarpa*), la respuesta a la inoculación con hongos ectomicorrizales es bastante relevante. Estas especies de interés forestal necesitan de la presencia de hongos en sus raíces para crecer satisfactoriamente. Si la inoculación con los hongos ectomicorrizales (p.e. *Amanita muscaria*) se puede asegurar un adecuado crecimiento de la plántula en el vivero y garantizar un buen establecimiento y desarrollo en el campo.

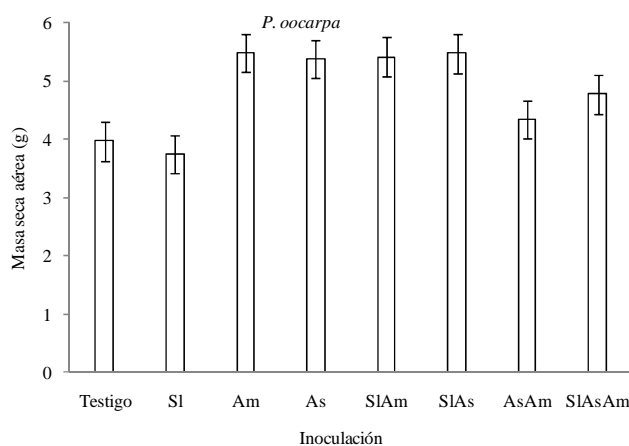


Fig. 5. Efecto de la inoculación ectomicorrizal en el crecimiento de plántulas de *Pinus oocarpa*. SI: *Suillus luteus*, Am= *Amanita muscaria*, As= *Amanita* sp. Fuente: Castrillón (2011).

Cuando las plántulas se trasplantan al campo sin el hongo micorrizal, su crecimiento y desarrollo es muy lento, hay más vulnerabilidad al ataque de fitopatógenos y, con frecuencia, las plántulas mueren, lo cual representa una pérdida económica muy alta.

Otra especie de interés forestal es el pino romerón (*Nageia rospigliosii*), el cual responde muy bien a la inoculación con hongos endomicorrizales tanto en el crecimiento de la plántula como en la absorción de P. Los mejores resultados se observan cuando crece en una sombra moderada y a una concentración de P moderada en la solución del suelo (0.02 mg/L).

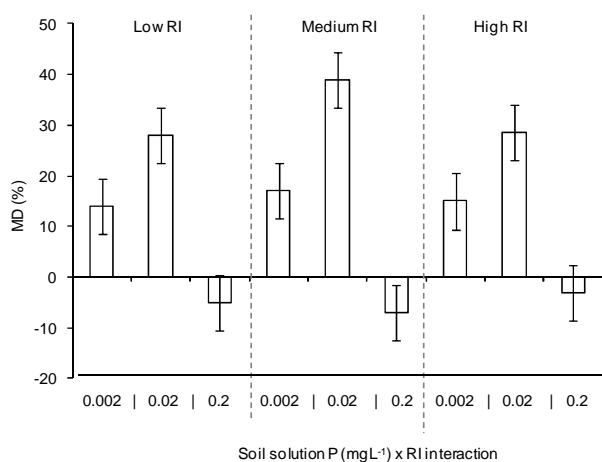


Fig. 6. Dependencia micorrizal (MD) del pino romerón en función de la concentración de P en la solución del suelo y la relativa iluminación (RI). Fuente: Díez et al. (2010).

Los efectos de la inoculación micorrizal también se han detectados en pasturas. En varias gramíneas y leguminosas forrajeras del trópico también se ha detectado la dependencia por la asociación micorrizal, particularmente en pasto brachiaria.

Reconocimientos. Los estudiantes que han realizado investigación en la Universidad Nacional de Colombia sobre la asociación micorrizal son Mauricio Silva, Sandra

Jaramillo, María Claudia Díez, Octavio González, Jorge Sierra, Beatriz Montoya, Lia Paternina, Judy Giraldo, Aura Corredor, Alejandro Londoño, Paulo Cesar Daza, Mayra A. Guandur, María Isabel Pamplona, Nodier Herrera, Natalia Ochoa, Danilo Monsalve y Monica Castrillón. Los recursos para tales trabajos han sido suministrados por la Dirección de Investigación de la Sede Medellín -DIME-, la Vicerrectoría de Investigación y el Laboratorio de Suelos de la universidad. El profesor Juan Diego León Peláez del Departamento de Ciencias Forestales ha realizado conjuntamente la investigación sobre ectomicorrizas en pinos.

REFERENCIAS

- CASTRILLON M (2010) Pruebas de micorrización en vivero de especies para reforestación comercial. Trabajo de grado, Ing. Forestal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- CORREDOR A (2007) Determinación de la dependencia micorrizal en granadilla y curuba. Trabajo de grado. Universidad de Antioquia, Medellín.
- DÍEZ MC, OSORIO NW, MORENO FH (2008) Evaluación de la dependencia micorrizal del pino romerón (*Nageia rospigliosii* Pilger) bajo condiciones lumínicas contrastantes. Rev. Fac. Nacional Agronomía Medellín, 61(2): 4554-4563.
- HABTE M, MANJUNATH A (1991) Categories of vesicular-arbuscular mycorrhizal dependency of host species. Mycorrhiza, 1: 3-12.
- JARAMILLO S (2006) Determinación de la dependencia micorrizal del café. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- MONTROYA B (2007) Determinación de la dependencia micorrizal de aguacate. Tesis maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- PLENCHETTE C, FORTIN A, FURLAN V (1983) Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. I. Mycorrhizal dependency under field conditions. Plant and Soil, 70: 191-209.