

Uso de micorriza vesículo arbuscular (m.v.a.) como biofertilizante para la absorción de fósforo

Jesús Alberto Lagos Caballero*

RESUMEN

De la gran mayoría de organismos que habitan en el suelo, los simbiosiontes son aquellos que revisten de gran interés, en especial los microorganismos fúngicos, específicamente los que forman una asociación denominada micorriza. Dicha asociación juega una función benéfica, ya que mejora la absorción de nutrientes y protege a la raíz contra parásitos. MICORRIZA es una asociación mutualista entre hongos del suelo y plantas superiores, su nombre etimológicamente significa hongo de la raíz, se deriva del griego mico (Hongo) y riza (Raíz). La micorriza (MVA), es la más distribuida en la mayoría de las especies vegetales cultivadas; café; cítricos; soya, maíz, frijol, sorgo, caña de azúcar, maracuya, etc. Pertenece taxonómicamente a la clase *zygomycetes*, orden *endogonales*, familia *endogonaceae*, *entrophospora*, *gigaspora*, *sclerocystis* y *scutellospora*. Las plantas micorrizas crecen más y mejor, ya que incrementa procesos de absorción de elementos inorgánicos, sobre todo P. La raíz ocupa un volumen de suelo donde agota los iones fosfato que se encuentran a dos milímetros alrededor de la misma. También se ha descrito que las micorrizas intervienen en la captación de Zn y Cu. Además la planta se forma más tolerante al estrés, debido a las extensiones del sistema radical.

Palabras clave: Micorriza, simbiosis, Zn, Cu, P, mutualismo, raíz, hongo, asociación simbiótica.

ABSTRACT

Between the organisms that exist in soil, the *symbiontes* are one of the most important. In special fungous microorganisms which integrate an association called *micorriza*. This association plays an important role because in form a beneficial function that better the absorption of nutrients and protect the roots against parasites. *Micorriza* is the most distributed between the vegetables cultivated species such as: coffee, citrics, corn, soya, sugar, bean, sorgo, and passion fruit (maracuya). It belongs taxonomically to *zygomycetes* kind, *endogonales* order, *endogonaceae* family, *entrophospora*, *gigaspora*, *sclerocystis* and *scutellospora*. The *micorrizas* plants grow more and better than others. Due to absorption process of inorganic elements; specially P. The root takes up soils volume in where phosphates are run out. These *iones fosfato* are around two millimeters of the same. *Micorrizas* participate in the Zn and Cu captation. Besides the plant can be formed in the stress hidrico through the radical system extensions.

Key words: Micorriza, symbiosis, Zn, Cu, P, Mutualism, root, fungus, symbiotic association.

* Profesor de suelos. Universidad de La Salle. Correo electrónico: jlagos@lasalle.edu.co

INTRODUCCIÓN

De la gran mayoría de organismos que habitan en el suelo los simbioses son aquellos que revisten de gran interés, en especial los microorganismos fungosos, específicamente los que forman una asociación denominada micorriza (Sieverding, 1984).

Dicha asociación juega una función benéfica, ya que mejora la absorción de nutrientes y protege a la raíz contra parásitos (Arcos, 1994).

EL FOSFORO (P)

El fósforo no es tan abundante como el nitrógeno (N) y el potasio (K). Su concentración varía en los suelos en rangos que van desde 0.02 y 0.10 y en la mayoría es deficiente en un 80 y 90%. Su naturaleza es de origen orgánica y mineral.

Las fuentes minerales son específicamente las rocas de fosfato de calcio, y las apatitas ya sean carbonatadas, hidroxidadas, cloradas y fluoradas.

En las orgánicas, se encuentra específicamente en estiércoles, humus, materia orgánica pero en porcentaje muy bajo.

Los organismos que más intervienen en la descomposición de residuos orgánicos son: bacterias, hongos y actinomicetos, los cuales inmovilizan dicho elemento para su posterior liberación (Primavesi, 1982).

De su origen mineral, existen dos fuentes: una primaria y una secundaria de fosfatos de Fe y Al. Ambas fuentes se fijan en fosfato calcio, el cual precipita. Dicho fosfato es atrapado o fijado como fósforo sorbido.

En cuanto al movimiento del fósforo, este se trasloca de zonas de mayor concentración en el suelo a

regiones de menor concentración, en proceso llamado difusión. Pero en general su característica más importante es su inmovilidad y quietud en el suelo.

Su absorción en la planta la hace más inmediata a través de los iones $H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-} a un pH de 5 y 6 respectivamente.

En general, las plantas absorben más el ion $H_2PO_4^-$. La cantidad de solución de P requerida para un adecuado desarrollo de los vegetales es baja.

En síntesis el P orgánico solo es un 50% o menos del fósforo total, y solamente un 1% a 3% de la materia orgánica (Tisdale, 1993).

En P en suelos como oxisoles tienden o depende más de la actividad microbiana para su aprovechamiento, mientras que en Andisoles es retenido muy fuertemente por su arcilla amorfa (Alofana). En arcillas tipo (2:1) es absorbido como fosfato inositol formando un complejo órgano – metálico insoluble (Igac, 1985).

Sus estados orgánicos son: fosfato inositol en un 10 ó 50%, fosfolípidos 1-5%, y ácidos nucleicos 0,2 - 2.5% como RNA y ADN. Dichos estados no son solubles por la planta. El fosfato inositol forma ácido fitico el cual se transforma en sales insolubles y fitato de calcio.

El fosfato inositol, como los ácidos nucleicos y los fosfolípidos son degradados por una enzima, la fosfatasa, la cual acelera la mineralización y posterior aprovechamiento de formas solubles para la planta.

Cuando se adicionan fertilizantes este es inmovilizado por microorganismo y convertido a P - orgánico (Tisdale, 1993).

DEFINICIÓN DE MICORRIZA

Es una asociación mutualística entre hongos del suelo y plantas superiores, su nombre etimológicamente

significa hongo de la raíz, se deriva del griego mico (Hongo) y riza (Raíz) (Burbano, 1994).

Sánchez (1990) da la misma definición pero aclara que son algunos hongos los que intervienen en dicha asociación:

TIPOS DE MICORRIZAS

Para Cannon (1989) esta asociación simbiótica, se presenta en todas las especies vegetales, diferenciándose dos grupos: según a especie vegetal y el grupo de hongo que entre en relación.

ECTOMICORRIZAS

Son cerca de 5000 especies, pertenecientes a la clase basidiomycetes, los cuales crecen formando un manto fungoso observable a simple vista, e intercelularmente en la corteza da la raíz de la planta (Graham, 1986).

Cannon (1989) aclara que el hongo no penetra en las raíces, si no que forma vellosidades alrededor de estos, haciendo las veces de pelos radicales.

ENDOMICORRIZAS

No afectan la morfología externa de la raíz, por lo cual no son observables a simple vista. Su crecimiento es inter. e intracelular, formando dentro de las células corticales estructuras fungosas.

Se denotan como las más ampliamente distribuidas. Se dividen en ericoides, orquicoides y las micorrizas vesiculo arbusculares (MVA) (Barcelona, 1987)

LA MICORRIZA VESICULO~ARBASCULARS (M.V.A.).

La micorriza (MVA), es la más distribuida en la mayoría de las especies vegetales cultivadas: café, cítricos, soya, maíz, frijol, sorgo, caña de azúcar, maracuyá, etc. (Sánchez, 1990).

Pertencen taxonomicamente a la clase zigomycetes, orden endogonales, familia endogonaceae,

acaulospora, endogones entrophospora, gigaspora, sclerocystis y scutellospora (Sieverding, 1984).

Según la tercera edición del manual de Schenck y Pérez (1990), se incluyen 147 especies de hongos capaces de producir M.V.A., pero este número se modifica constantemente.

Para Sievering (1991), el número de esporas según su género es:

Género	Número de especies
ACAULOS PORA	22
ENTROPHOSPORA	3
G I GASPORA	6
GLOMUS	67
SCLEROCYSTIS	9
SCUTELLOSPORA	19
TOTAL	126

MORFOLOGÍA DE MVA.

Micelio. El micelio es septado, hialino, de ramificación dicotómica en él exterior de la raíz, en el se distinguen dos clases de hifas: las primeras con diámetros entre 5 y 20n um, con paredes gruesas y a menudo con protuberancias en donde se originan hifas secundarias; estas tienen diámetro entre 1 y 5 um, con paredes delgadas y efímeras, las cuales se tornan septadas antes de morir (Sieverring, 1991).

Arbúsculos. Para Pinzón y Rodríguez (1996), los arbusculos son ramificación muy finas de las hifas del micelio que se forman después de haber penetrado la pared de las células enrollando todo el plasmalema de la misma; para así aumentar la superficie de contacto entre el hongo y la planta, se localizan en

células cercanas al cilindro central y su función es la de intercambiar nutrientes y metabólicos con el hospedero.

Vesículas. Según Cox y Sanders citados por Sieverding (1984), las vesículas son órganos de reserva del hongo simultáneo o posterior a la formación del arbusculo, siendo ovalados o globosos.

INFECCIÓN DE MVA.

Arcos (1994), explica el proceso y desarrollo de la infección de los hongos formadores de micorrizas; en las plantas presenta las siguientes etapas:

La infección se puede iniciar en una raíz susceptible a MVA siempre y cuando exista inóculo o estructura infectiva del hongo, (espora u otra raíz infectada); donde la infección tardará entre dos o tres días. Cuando la raíz es infectada, el hongo comienza a distribuirse y a crecer en la corteza Inter. o intracelularmente o en la superficie. Al desarrollarse la raíz el hongo general micelio externo, iniciándose la simbiosis.

En la etapa de desarrollo, del hongo de uno a cuatro meses después de la infección, inicia la formación de esporas, medio de latencia y propagación del hongo.

Ocampo (1989) resume el modelo de infección en tres fases: fase latencia, fase logarítmica y fase de estabilización.

La *fase de latencia* es de aproximadamente de 15 a 30 días de duración después de realizar la inoculación, es el tiempo requerido para la germinación de las esporas, crecimiento tubo germinal y penetración del hongo dentro del hospedero.

La *fase logarítmica* se relaciona con la formación de micelio extenso en el suelo, dado por sucesivas germinaciones de esporas existentes. Después de 4 a 8 semanas de crecimiento se forman nuevas esporas en la vecindad de raíces causando, la colonización rápida.

La *fase de estabilización*, donde se presenta limitación del porcentaje de raíces micorrizadas, las cuales alcanzan normalmente un grado de infección de 40 a 80%.

FACTORES QUE AFECTAN LA SIMBIOSIS DE MVA.

Según Sievering (1991), los principales factores que influyen en la simbiosis son: La planta, el hongo y el ambiente. En cuanto al ambiente la efectividad de la Simbiosis está determinada por condiciones fisicoquímicas del sustrato (P disponible, ph, estructura, humedad, materia orgánica, etc.).

EFFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.

Ocampo (1989), afirma que las plantas micorrizadas crecen más y mejor, ya que se incrementan procesos de absorción de elementos inorgánicos, sobre todo P. La raíz ocupa un volumen de suelo, donde agota los iones fosfato que se encuentran a dos milímetros alrededor de la misma. También se ha descrito que las micorrizadas intervienen en la captación de Zn y Cu. Para Graham (1986) la planta se forma más tolerante al estrés hídrico, debido a las extensiones del sistema radical.

USO DE LA MICORRIZA MVA COMO INSUMO AGRÍCOLA.

González (1988) nos muestra valores en cultivo de maíz (*Zea mays*. L) donde al utilizar micorrizas la productividad se incrementa.

TABLA 2. INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN MAÍZ (ZEA MAYS. L.)

FUENTE: GONZÁLEZ, L 1988.

PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	
LOTE CON MICORRIZA	LOTE SIN MICORRIZA
90- 5 %	70 - 80%

# DÍAS	ALTURA DE PLANTAS	
	LOTE CON MICORRIZA	LOTE SIN MICORRIZA
15	14.6 cm	9.55 cm
30	30.1 cm	26.5 cm
45	1.475 m	1.407 m
60	1.833 m	1.682 m

PRODUCCIÓN	
LOTE CON MICORRIZA	LOTE SIN MICORRIZA
3.491 Kg/Ha	3.018 KGR/Ha
DEFERENCIA 473 Kg / Ha	

Ochoa *et al.* (1989) evaluaron semicomercialmente micorrizas de cultivo de soya.

Agrotécnica (1984) nos muestra como el uso de algunas especies, inhiben el desarrollo de patógenos.

TABLA 3. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LAS DIFERENCIAS DOSIS DE MICORRIZAS EN SOYICA P 33

Tratam.	Dosis Kg/Ha		Rendim. Kg/Ha	Difer. Prod. Kg/Ha	Costos Prod. \$	Valor Cose \$	Benef. \$	Rentab. Mensual \$
	Micor.	D.A.P						
T1	0	100	2.209,09	--	298.323	391.956	93.633	5.23
T2	90	100	2.671,68	462.10	317.095	475.438	158.343	8.32
T3	75	100	2.933,95	724.86	327.002	522.074	195.072	9.94
T4	100	100	2.405,27	196.18	321.962	428.090	106.128	5.49
T5	115	100	2.737,85	528.16	333.194	487.186	153.997	7.73

TABLA 4. USO DE ESPECIES DE MVA Y PREVENCIÓN DE PATOGENOS.

PLANTA	PATÓGENO	M.V.A.	EFFECTOS
Cítricos	Phytophthora parasítica	Glomus	Reducción en la infección y daños causados
Algodón	Verticillium	Glomus	Reducción en la infección y daños causados
Soya	Microphonia Phaseolina Rhizocotonia Solana Fusarium	Glomus	Eliminación de daños causados en la producción de granos
Tomate	Fusarium oxysporium	Glomus	Reducción de manchas foliares
Café	Cercospora coffeicola Meloidogyne Exigua	Glomus	Disminución del 80 ó 90% del ataque. Reducción del efecto del nemátodo y reproducción del mismo
Tomate de árbol	Meloidogyne Incognita Sclerotium	Glomus	Reducción del efecto Disminución en la pudrición
Pitaya	Meloidogyne incognita	Glomus	Reducción del efecto del nematodo en más del 70%

Fuente: Agrotecnia, 1984.

Este mismo organismo nos indica el grado de dependencia de algunas especies de acuerdo a fertilidad del suelo

TABLA 5. DEPENDENCIA MICORRIZADA DE VARIAS ESPECIES DE INTERÉS AGRONÓMICO

CULTIVO	FERTILIDAD DEL SUELO		
	POCA	MEDIANA	ALTA
Papa	X X X	X X X	0
Yuca	X X X	X X X	X X X
Cebolla	X X X	X X X	0
Algodón	X X X	X X X	X X
Tomate	X X X	X X X	X X
Tabaco	X X X	X X X	X X
Pimentón	X X X	X X X	X X
Cítricos	X X X	X X X	X X
Frutales	X X X	X X X	X X
Pastos y forrajes	X X X	X X X	X
Caña	X X X	X X X	X
Leguminosas	X X X	X X X	X
Gamineas	X X X	X X X	X
Plátano	X X X	X X X	X X
Banano	X X X	X X X	X X

0	=	No dependiente
X	=	Poca dependencia
XX	=	Mediana dependencia
XXX	=	Alta dependencia

BIBLIOGRAFÍA

- AGROTECNIA. *Uso agrícola de la micorriza (MVA)*. Sevilla Valle, Colombia, 1984.
- Arcos, A. *El suelo de la unidad Guadalupe*. Tesis ingeniero agrónomo. Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica. Ibagué. 1994.
- Barcelo, C. *Fisiología vegetal*. 4ª ed. Madrid, España: Pirámide, 1987.
- Cannon, P. *Endomicorrizas para plantaciones forestales en Colombia*. Folleto Secretaría Agricultura del Valle del Cauca, 1989.
- Graham, JH. "Citrus Mycorrhizae Potential benefits and interactions with pathogens". *Horstscience* 21. (1986): 1302-1306.
- González. L. *Efecto de la micorriza MVA en el cultivo del maíz*. Ibagué Tolima: Instituto Tolimense de formación técnica profesional.
- IGAC. *Estudio general de suelos del sur y sur occidente del departamento de cundinamarca*. Bogotá, Colombia, 1995.
- Ocampo, JA. "Micorrizas vesículo arbusculares: aplicación a las nuevas tecnologías". *Agrishlell* 43 (1989): 7-11.
- Ochoa, T.; Arango, R. y Robledo, M. "Evaluación semicomercial de micorriza en el cultivo de la soya". *Revista agronómica. Universidad de Caldas (Manizales)* 3. 1. (1989): 16-22.
- Pinzón, CE. y Rodríguez DA. *Una región del municipio de La Mesa- Cundinamarca. Tesis de ingeniero agrónomo*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería Agronómica. Bogotá. Colombia, 1996.
- Primavesi, A. *Manejo ecológico del suelo. La agricultura en las regiones tropicales*. 5ª ed. Sao Paulo, Brasil 1982.
- Sanchez De Parger, M. *La simbiosis micorriza vesículo arbuscular (M.V.A.) en soya *Glycine max**. Palmira, Valle: Mennil, 1990.
- Shenck, N.C., Perez, Y. *Manual for identification of MVA mycorrhizal fungi*,. 3ª ed. La Florida USA, 1990.
- Sieverding, E. *Aspectos básicos de la investigación de la Micorriza vesículo-arbuscular: Proyecto micorriza*, Cali – CIAT Palmira, 1984.
- . "Vesicular Arbuscular Mycorrhiza". *Management in tropical agrosystems*. Techrosche zusanonemarbert. República Federal de Alemania, 1991.
- Tisdale, SL. *Soil fertility and fertilizers*. 15 ed. New York: Mac Millan Pub, 1993.