

DIVERSIDAD DE GÉNEROS DE HONGOS FORMADORES DE MICORRIZAS ARBUSCULARES ASOCIADOS A PASTO COLOSUANA (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus) EN SUELOS COMPACTADOS Y NO COMPACTADOS DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS, SUCRE-COLOMBIA

DIVERSITY OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI GENUS ASSOCIATES TO PASTURE COLOSUANA (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus) IN COMPACTED AND NOT COMPACTED SOILS FROM THE MUNICIPALITY OF SAN MARCOS, SUCRE-COLOMBIA

ALEXANDER PÉREZ C,^{1*} Dr, FREDIS ESPITIA D,¹ Biol, ADER NÚÑEZ O,¹ Biol, ROBERTO JIMÉNEZ Z,¹ Biol.

¹ Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo Bioprospección Agropecuaria, Sincelejo, Colombia.

Key words:

mycorrhizals,
grass,
soil
physical and chemical
parameters.

Abstract

The objective of this work consisted in identifying the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) associated in the colosoana pasture present in soils compacted and not compacted from the municipality of San Marcos, Department of Sucre, Colombia. Soil sample was taken from each selected site and roots, which were isolated spores of AMF, determined the percentage of colonization of these fungi in roots, were carried out identification of genera or species of AMF, is correlation the density of AMF and % of colonization with physical, chemical and biological soil parameters of the object of study. The density of spores of HMA this correlated directly and significantly with physiochemical parameters: organic matter, phosphorus, density apparent and correlated negatively with the total porosity and humidity. They were isolated and identified 31 morphotypes of fungi forming arbuscular mycorrhizal fungi in soils of areas compacted and not compacted, taxonomically distributed in eleven genera dominated the genus *Glomus* with 48%, determined in this way a great diversity of genres of AMF in relation to the status, use and management of soil in the study area.

Palabras Clave:

Micorrizas,
pasto,
suelo,
parámetros físico-químicos.

Resumen

El objetivo del presente trabajo consistió en identificar la diversidad de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) asociadas a pasto colosoana presentes en suelos compactados y no compactados del municipio de San Marcos departamento de Sucre, Colombia. De cada sitio seleccionado se tomó muestra de suelo y raíces, de las cuales se aislaron esporas de HMA, se determinó el porcentaje de colonización de estos hongos en raíces, se realizó identificación de géneros y/o especies de HMA, se correlaciono la densidad de HMA y % de colonización con parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo objeto de estudio. La densidad de esporas de HMA esta correlacionada directa y significativamente con los parámetros fisicoquímicos: materia orgánica, fosforo, densidad aparente, y correlacionado negativamente con la porosidad total y porcentaje de humedad. Fueron aislados e identificados 31 morfotipos de hongos formadores de micorrizas arbusculares en suelos de zonas compactadas y no compactadas, distribuidos taxonómicamente en once géneros predominando el género *Glomus* con un 48 %, determinándose de esta manera una gran diversidad de géneros de HMA en la relación al estado, uso y manejo del suelo en el área de estudio.

INFORMACIÓN

Recibido: 07-12-2015;
Aceptado: 23-10-2015.
Correspondencia autor:
alexpcor@yahoo.com

Introducción

Los hongos formadores de Micorrizas Arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que establecen simbiosis con más del 95% de las plantas terrestres, formando arbusculos, vesículas e hifas dentro de las células corticales de las plantas que colonizan (CORWELL *et al.*, 2001; STRULLU *et al.*, 2007; MIRANSARI *et al.*, 2009). Estos hongos contribuyen con el mejoramiento de las condiciones fisicoquímicas del suelo y la estimulación del crecimiento e incremento de la calidad nutricional de los pastos y otras especies vegetales, convirtiéndolas en más tolerantes a condiciones adversas tanto abióticas como bióticas (BAREA, 2002; XIAOHONG y KOIDE, 1994; PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2008). Distintos estudios demuestran que las diferencias en las estrategias de toma de fósforo observadas entre especies de HFMA pueden jugar un papel importante, y podría incluso significar que una amplia diversidad de HMA puede estar relacionada con un incremento en la eficiencia de extracción de nutrientes y por lo tanto en los beneficios al hospedero y explicaría la presencia de diversos HMA en suelos y en raíces (SMITH *et al.*, 2000; KERNAGHAN, 2005; LODGE, 2000).

Con respecto al suelo, se estima que en el departamento de Sucre un 84,9 % están dedicados a la ganadería de doble propósito, principal actividad económica de la región, y donde la fuente exclusiva de alimento animal la constituye las leguminosas nativas y las gramíneas. San Marcos, municipio sucreño, aparte de soportar una época seca de 4 a 6 meses, también sufre por los factores fisiográficos, las acciones antrópicas degenerativas del medio natural y el empleo de tecnologías inadecuadas en el área ganadera, dando lugar a la degradación de propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo, limitando la oferta y calidad de pastos y forrajes, principalmente en temporada seca (DANE, 1996; PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, 2008).

Teniendo en cuenta la importancia de esta simbiosis natural y el valor de este proceso para los cultivos de pastos en la región y la necesidad de conocer los tipos de HFMA asociados a estos cultivos, se realizó un estudio significativo sobre la diversidad de géneros de HFMA asociados al pasto colosuana (*B. pertusa*) en suelos no compactados y compactados en el municipio de San Marcos. De acuerdo a este estudio se pretende crear un punto de partida a futuras investigaciones que relacionen la importancia de los HFMA como indicadores de calidad de suelo y su uso como biofertilizantes en cultivos de importancia agroeconómica para la ganadería, de tal forma que se planteen y desarrollen estrategias de uso y gestión racional de recursos disponibles y se optimice la

productividad del sistema suelo-planta, beneficiando al sector agrícola y ganadero de la región.

Materiales y métodos

Lugar de trabajo: El presente trabajo se llevó a cabo en el municipio de San Marcos, subregión San Jorge, localizado a 80 km al suroriente de Sincelejo (08°40'0" N y 75°08'0" O). Tiene una extensión de 534,54 Km², con una altitud de 25 metros sobre el nivel mar, temperatura promedio anual de 28.4°C, humedad relativa de 85% y una precipitación media anual de 1.120 mm (ALCALDÍA DE SAN MARCOS, 2011).

Muestreo: En zonas con suelos no compactados establecidos con pasto colosuana, Santa Inés (bosque) y vereda Cañahuatú, y suelos compactados de corregimientos aledaños (Puente Santa Inés y Buenavista), se efectuó un muestreo representativo en los meses de febrero a junio del 2012. En ellas se realizó un submuestreo al azar a una profundidad de 0– 25 cm, seleccionando 6 puntos separados por una distancia de 100 m en forma de zigzag, recolectando 3 submuestras de suelo con raíces. Estas submuestras se homogenizaron para conformar una muestra de cada zona con un peso aproximado de 2 Kg, las cuales se almacenaron en bolsas plásticas rotuladas con el parámetro a medir (densidad de esporas, factores fisicoquímicos) y fecha de recolección.

Análisis fisicoquímico y microbiológico: Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de investigaciones microbiológicas de la Universidad de Sucre: pH, materia orgánica, fósforo, capacidad de intercambio catiónico, textura, densidad aparente, densidad real, Porosidad total y % Humedad.

Procesamiento de las muestras:

Tamizado: Las muestras de suelo homogenizadas se tamizaron con el propósito de separar partes gruesas del suelo como piedras, cascajo y las raíces.

Aislamiento de esporas: Tamizada las muestras, se efectuó el aislamiento de esporas, por medio de la técnica propuesta por Sieverding y modificada por Pérez (PÉREZ, 2003).

Conteo: 2 ml de las muestras almacenadas se adicionaban en la cámara de Neubauer para su respectivo conteo. Cada conteo se llevó a cabo 3 veces por cada muestra, y de esta forma se obtuvo un promedio general de esporas en 100g de suelo en cada zona.

Separación de Morfotipos: Las muestras se depositaron en cajas de Petri, donde se observó al estereoscopio y por medio de una aguja de disección, los morfotipos se agrupaban con base a la semejanza en forma, color y tamaño de las esporas. Con una micropipeta se extraían las esporas y se depositaban en tubos de eppendorf con agua estéril. Estos se rotularon con el número de la zona donde se aislaron las esporas y una breve descripción de cada morfotipo, y eran almacenados a 4 C. Los morfotipos aislados se fijaron en láminas con alcohol polivinílico-lacto glicerol + reactivo melzer's, para el registro fotográfico e identificación.

Identificación a nivel de Géneros de HMA en la morfología de las esporas:

A partir de los morfotipos de esporas HFMA separadas, se realizó la ubicación taxonómica, a través de observación en objetivos de 20X, 40X y 100X, y con la ayuda del micrómetro previamente calibrado se procedía a la medición de los diferentes morfotipos, en cuanto a forma de la espora, diámetro de la espora (μm), color, contenido citoplasmático, estructura superficial, características, composición y tipo de pared, ancho y tipo de la unión hifal, presencia de peridio y poro, se aplicó una presión suavemente con un lápiz para romper las paredes de la espora, se dejaba secar por 5 min, se observaban al microscopio y mediante claves taxonómicas sobre reorganización de especies de HFMA, se determinó los géneros y se tomaron fotos de las distintas esporas, registrándolas en murogramas (OEHL *et al.*, 2011abyc; GOTO *et al.*, 2008; SIEVERDING y OEHL, 2006; INVAM, 2013; PEÑA *et al.*, 2006; SCHENCK y PÉREZ, 1990).

Diseño experimental: Las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos del suelo con la densidad de esporas en pasto colosuana fueron determinadas mediante el coeficiente de correlación simple y significancia al nivel del 0.05. Se utilizó un diseño completamente al azar, empleando las zonas agroecológicas como tratamientos y repeticiones diferentes por tratamiento los conteos de esporas realizados para cada zona. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de tratamientos Tukey al nivel del 5% de significancia, para verificar el efecto de los tratamientos sobre la densidad de esporas de HMA en pasto colosuana.

Resultados

Características físico-químicas de los suelos de las zonas de estudio: En el municipio de San Marcos fueron muestreadas cuatro zonas correspondientes a corregimientos y vereda, que de acuerdo al estado, uso y manejo del suelo, fueron clasificadas como compactadas y no compactadas. Según el análisis

fisicoquímico de los suelos, presentan un rango de pH de muy fuertemente ácido a medianamente ácido, el contenido de materia orgánica y fósforo, registro valores de bajo a muy bajo, la textura del suelo en su mayor parte es Franco Arenoso, presentándose también textura Franco Arcilloso y Arenoso Franco; con respecto a la porosidad total se da en rangos de muy baja a satisfactoria, contenido de humedad de bajo a muy bajo, la densidad aparente presenta valores de alto a moderado y con respecto a la densidad real del suelos esta se registra como adecuada.

Densidad de esporas: En la Fig. 1 se relacionan los resultados de densidad promedios esporas en los suelos muestreados en cada zona.

Según la densidad promedio de esporas de micorrizas arbusculares asociadas al pasto colosuana, se encontró un mayor rango de densidad en los suelos de zonas compactadas de Santa Inés-puente y Buenavista (670-1100,640-1000 esporas/100gr de suelo), con respecto a las zonas de suelos no compactados de Santa Inés y Cañahuate que registraron valores más bajos (280-590, 290-640 esporas/ 100 gr de suelo).

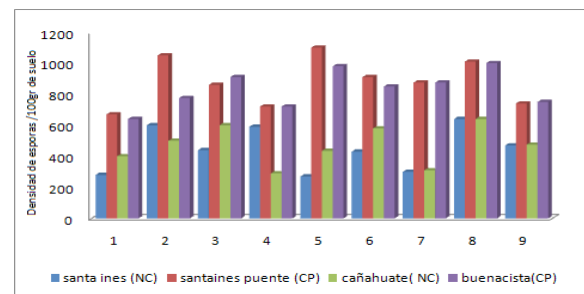


Figura 1. Densidad de esporas/g de suelo de HMA en función de las zonas muestreadas.

Al realizar el análisis de varianza de densidad promedio de esporas de HMA asociadas al pasto colosuana entre zonas, se encontraron diferencias altamente significativas ($p=0,000000009$). La prueba de Tukey señaló que las zonas de Santa Inés y Cañahuate presentaron los menores valores de densidad de esporas, mientras que las zonas de Santa Inés-puente y Buenavista tuvieron los máximos valores de densidad.

Correlaciones entre la densidad de esporas de HMA y parámetros físico-químicos del suelo: En la Fig. 2, se observan los resultados de coeficientes de correlación entre la densidad de esporas de HMA en función de los parámetros fisicoquímicos de los suelos.

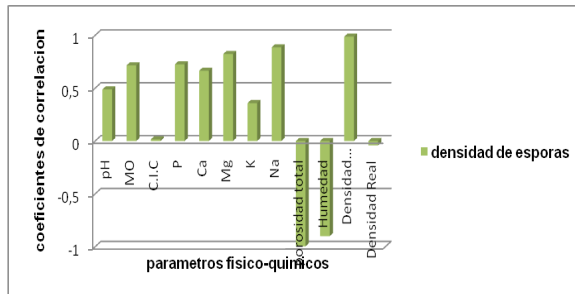


Figura 2. Correlación entre densidad de esporas de HFMA con los parámetros fisicoquímicos del suelo en las zonas muestreadas.

Los coeficientes de correlación de densidad de esporas, en relación con los parámetros fisicoquímicos de los suelos de las zonas, muestran que la densidad de esporas presenta una correlación positiva significativa con: materia orgánica, fósforo, densidad aparente y una correlación negativa significativa con la porosidad total y porcentaje de humedad. Por el contrario, no se registró correlación significativa con el pH y densidad real.

Porcentaje de Géneros de HFMA aislados en las zonas objeto de estudio: En las zonas de estudio se aislaron 31 morfoespecies, que se clasificaron taxonómicamente en 11 posibles géneros: *Claroideoglopus*, *Viscospora*, *Glomus*, *Ambispora*, *Gigaspora*, *Funneliformis*, *Intraspora*, *Tricispora*, *Acaulospora*, *Diversispora*, *Simiglomus*, de las cuales el 48 % corresponde al género *Glomus*, seguido de los géneros *Claroideoglopus* y *Diversispora* con un 10 %, *Viscospora* y *Gigaspora* con 7 % y con un valor del 3 % morfotipos que corresponden a los géneros *Ambispora*, *Funneliformis*, *Intraspora*, *Tricispora*, *Acaulospora* y *Simiglomus* (Fig. 3).

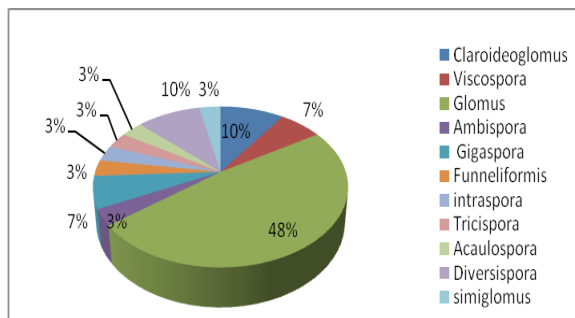


Figura 3. Porcentaje de Géneros de HFMA aislados en las zonas de estudio

Discusión

Los suelos del municipio de San Marcos arcillosos y ácidos fueron clasificados como compactados y no compactados de acuerdo al estado, uso y manejo. Los suelos no

compactados no han sido intervenidos o explotados con fines agrícolas y ganaderos, mientras que los suelos compactados seleccionados han sido objeto de explotación ganadera extensiva, sin la implementación de prácticas agrícolas que conlleven a mejorar sus propiedades físico-químicas, razón por la cual presentan altos grados de compactación.

Los resultados anteriores son procedentes y corroboran toda la literatura citada en relación a los resultados de densidad de esporas de HMA en los suelos de zonas compactadas y no compactadas, lo que concuerda con lo expuesto por (PICONE, 2000), quien encontró que el número de esporas de micorrizas arbusculares es igual o mayor en pasturas que en suelos de bosques, los cuales fueron muy similar a un estudio realizado en el trópico, donde el número de esporas por 100 gramos de suelos en bosques fue de 110–770 esporas, mientras que para pasturas fue de 830–2600 esporas. Se puede inferir que la zona de Cañahuatú, a pesar de no ser un bosque como Santa Inés, presente suelo nativo (no compactado), debido a que no ha sido intervenido en cuanto a la realización de actividades agrícolas y ganaderas que pudieran afectar las condiciones fisicoquímicas del suelo, consecuencia por la cual posiblemente presentó valores bajos de densidad de esporas.

Por otra parte los resultados en diversidad de HMA concuerdan con lo expuesto por (ESPITA y MARTÍNEZ, 2003), quien en estudios de comparación en la diversidad de micorrizas arbusculares asociadas al pasto colosuana (*B. pertusa* (L.) A. Camus) y angletón (*Dichanthium aristatum*, Benth) presentes en fincas ganaderas de los municipios de Corozal y Tolú, Sucre, encontró que del total de morfotipos aislados de esporas de HMA en colosuana y angletón del municipio de Tolú, el 94,1% correspondían al género *Glomus* y 5,9% al género *Gigaspora*, mientras que los morfotipos de HMA aislados en el municipio de Corozal en estas mismas especies de pasto, el 86,6% pertenece al género *Glomus* y 13,4% corresponde al género *Gigaspora*. Cabe señalar que en este estudio se presentó un mayor número de morfoespecies con características similares a género *Glomus*, y a diferencia de los estudios anteriores, aquí se estudiaron zonas no compactadas o no perturbadas, por lo tanto son suelos en los cuales sus propiedades físico-químicas y biológicas no han sido alteradas, lo que pudo haber influido directa o indirectamente sobre una mayor diversidad de géneros de HMA encontrados. Similares resultados fueron obtenidos por (PÉREZ *et al.*, 2010), quienes caracterizaron hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) en rizosfera del pasto Colosuana (*B. pertusa* (L.) A. Camus), en fincas ganaderas del municipio de Corozal, Sucre, donde se aislaron 31 morfotipos de HMA, un 96,9% correspondieron a morfotipos con características similares a especie dentro del género *Glomus* y 3,1% a *Gigaspora*.

Referencias

- AHN-HEUM, E.; GAIL, W.; y HARTNETT, D. 2001. Effect of ungulate grazer on arbuscular mycorrhizal symbioses and fungal community structure in tall grass prairie. *Mycología* 93 (2):233 – 242.
- ALCALDÍA DE SAN MARCOS. 2011. *San Marcos*. Disponible en: <http://www.sanmarcos-Sucre.gov.co/index.shtml>. Consultado en diciembre de 2012.
- BAREA, J. 2002. *Rhizosphere and mycorrhizal of field crops: Biological resource management connecting. Connecting Science and Policy*. Balázs, E.; Galante, E.; Lynch, J.M.; Schepers, J.S.; Toutant, J.P.; Werner, D.; Werry. P.A.; Th, J. (Eds.) Berlin, Heidelberg, New York: INRA Editions, Springer-Verlag.
- CORWELL, W.; BEDFORD, B.; CHAPIN, C. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in a phosphorus poor wetland and mycorrhizal response to phosphorus fertilization. *Am J Bot*; 88: 18-24.
- DANE. *Encuesta Nacional Agropecuaria*, resultados 1995, Costa Atlántica, 1996.
- ESPITIA, F.; MARTÍNEZ, E. 2003. *Identificación de géneros de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) en las especies de pasto colosuana (Bothriochloa pertusa) y angletón (Dichanthium aristatum) en los municipios de Corozal y Tolú, departamento de Sucre*. Universidad de Sucre de Colombia. Tesis de pregrado. Facultad de Educación y Ciencias. Biotecnología. Sucre, Colombia.
- GOTO, BT.; MAIA, LC.; OEHL, F. 2008. *Ambispora brasiliensis*, a new ornamented species in the arbuscular mycorrhiza-forming *Glomeromycetes*. *Mycotaxon* 105: 11-18. <http://es.mycobank.org/BioloMICS.aspx?Link=T&TableKey=1468261600000061&Rec=34102&Fields=All>.
- INVAM (International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi). General life cycle and the structures formed. URL: <http://invam.caf.wvu.edu>. Julio/13/ 2013.
- KERNAGHAN, G. 2005. Mycorrhizal diversity: Cause and effect? *Pedobiologia* 49:511-520. http://faculty.msvu.ca/fungal_ecology/Publi_Pdf/Mycorrhizal%20diversity-%20Cause%20and%20effect.pdf.
- LODGE, D.J. 2000. Ecto- or arbuscular mycorrhizas - which are best? *New Phytol.* 146:353-354. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2000/lodg00a.pdf>.
- MIRANSARI, M.; BAHRAMI, H.A.; REJALI, F.; MALAKOUTI, M.J. 2009. Effects of soil compaction and arbuscular mycorrhiza on corn (*Zea mays* L.) nutrient uptake. *Soil and Tillage Research* 103 (2):282–290.
- OEHL, F.; SILVA, GA.; CASTRO, IS.; GOTO, BT.; MAIA, LC.; VIERA, HE.; BAREA, JM.; SIEVERDING, E.; PALENZUELA, J. 2011. Revision of *Glomeromycetes* with entrophosporoid and glomoid spore formation with three new genera. *Mycotaxon* 117: 297–316. doi: 10.5248/117.297(a).
- OEHL, F.; SILVA, GA.; GOTO, BT.; SIEVERDING, E. 2011. *Glomeromycota*: Three new genera and glomoid species reorganized. *Mycotaxon* 116: 75-120. doi: 10.5248/116. 75(b).
- OEHL, F.; SIEVERDING, E.; PALENZUELA, J.; INEICHEN, K.; y SILVA, GA. 2011. Advances in *Glomeromycota* taxonomy and classification. *IMA Fungus* 2: 191–199. doi:10.5598/imafungus.2011.02.02.10 (c).
- PEÑA, C.; CARDONA, G.; MAZORRA, A.; ARGUELLEZ, J.; ARCOS, A. 2006. *Micorrizas arbusculares de la Amazonia colombiana*. Catálogo ilustrado. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI. Pp.90, 39, 45, 73.
- PÉREZ, C. 2003. *Eficiencia de hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A.) nativos, asociados a la producción de forraje en la especie de pasto colosuana (Bothriochloa pertusa (L) A. camus) en el municipio de Corozal; departamento de Sucre*. Tesis de Maestría. Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Biológicas. Bogotá, Colombia.

PÉREZ, A.C.; BOTERO, LC.; CEPERO, M.C. 2010. Diversidad de micorrizas arbusculares en pasto colosuana de fincas ganadera del municipio de Corozal-Sucre. Revista MVZ 17 (2):3024-3032. <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v17n2/v17n2a10.pdf>.

PICONE, CHRIS. 2000. Diversity and abundance of arbuscular-mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. Biotropica 32 (4a):734-750.

PLAN BÁSICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. 2008. Capítulo V, *Diagnostico Ambiental del municipio de San Marcos departamento de Sucre*. pp. 225-226.

SCHENCK, N. y PÉREZ, Y.1990. *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungus*. Tercera Edición. USA: Synergistic Publications. p. 17.

SIEVERDING, E.; OEHL, F. 2006.Revision of *Entrophospora* and description of *kuklospora* and *intraspora*, two new genera in the arbuscular mycorrhizal Glomeromycetes. Journal of Applied Botany and Food Quality 80: 69-81.

SMITH, F.A.; JAKOBSEN, I.; SMITH, S.E. 2000. Spatial differences in acquisition of soil phosphate between two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis. New Phytologist 147(2): 357-366. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-8137.2000.00695.x/pdf>.

STRULLU-DERRIEN, C.H.; STRULLU DÉsirÉ, G. 2007. Mycorrhization of fossil and living plants.C R Palevol 6 (6-7):483–494.

XIAOHONG, L.; KOIDE, R. 1994.The effects of mycorrhizal infection on components of plant growth and reproduction. New Phytol. 128:211-218. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.1994.tb04004.x/pdf>.