

**ARTÍCULO ORIGINAL**

**Valoración agroecológica de las micorrizas vesículo arbusculares**

Assessment agroecological vesicular arbuscular mycorrhizae

**Jorge Luis Cué García<sup>1</sup> y Antonio Torres García<sup>2</sup>**

Universidad Técnica del Norte. Dirección: Ave. 17 de Julio, Parroquia San Francisco, Los Olivos, Ibarra, Ecuador. Teléfono (00) (593) 0983004672

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Forestales. Docente Investigador. Profesor Titular. Correo electrónico: [jlcuegarcia@yahoo.com](mailto:jlcuegarcia@yahoo.com)

Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Dirección: Panamericana Sur km 1<sup>1/2</sup>, Riobamba, Ecuador. Teléfono (00) (593) 0999472861.

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Agrícolas. Docente Investigador. Profesor Titular. Correo electrónico: [ktvratgmtg@gmail.com](mailto:ktvratgmtg@gmail.com)

---

**RESUMEN**

El artículo muestra los resultados de la valoración realizada acerca de las micorrizas en el marco de la Agroecología, teniendo en cuenta las experiencias en diversas latitudes. La Agroecología propone un enfoque integral y sustentable de los sistemas de producción

agrícola, así entonces, las micorrizas arbusculares se muestran como una alternativa muy útil para una agricultura sustentable. La metodología empleada es investigación documental, así como la aportación de la experiencia académica, de gestión investigativa y el pensamiento sistémico de los autores. Los resultados sugieren que esta alternativa de biofertilización en la práctica agrícola no posee una amplia representación en la generalidad de los países de América Latina, aun cuando se reconocen los múltiples efectos positivos de las micorrizas arbusculares en las plantas, el suelo y el medio ambiente en general, en tanto existe escaso desarrollo tecnológico para la producción de este biofertilizante, su escasa promoción y divulgación, así como una capacitación no suficiente a productores agrícolas, se constituyen en retos a superar para consolidar a esta alternativa ecológicamente amigable

**Palabras clave:** Micorrizas, Agroecología, Suelo, Agricultura sostenible.

---

## **ABSTRACT**

The article shows the results of the assessment made on mycorrhizae in the framework of agroecology, taking into account the experiences in different latitudes. Agroecology proposes a comprehensive and sustainable approach to farming systems and then arbuscular mycorrhizae are shown as a useful alternative for sustainable agriculture. The methodology is documentary research, as well as the contribution of academic experience, research management and systems thinking of the authors. The results suggest that this alternative biofertilization in agricultural practice does not have a broad representation in most of the countries of Latin America, even when multiple positive effects of arbuscular mycorrhizae in plants, soil and environment are recognized in overall, while there is little technological development for the production of this biofertilizer, poor promotion and dissemination, as well as insufficient training to farmers, constitute challenges to overcome to consolidate this environmentally friendly alternative.

**Key words:** Arbuscular mycorrhizae, Agroecology, Soil, Sustainable agriculture.

---

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas agrícolas han sido influenciados significativamente por la "Revolución Verde", una agricultura industrial de altos insumos, que ha provocado el incremento de la producción y los rendimientos de los cultivos y los animales como objetos principales de

dichos sistemas. Por otra parte muestran consecuencias no favorables en la reducción de la biodiversidad, el incremento de la degradación de los suelos, mayores dependencias de los agricultores respecto al mercado de los insumos, en particular a los petroquímicos tales como: fertilizantes y pesticidas.

El movimiento de los ecologistas desde la década de los 60 del pasado siglo llamó a la conciencia social respecto al camino no coherente del modelo de desarrollo imperante, que aún se mantiene en la mayoría de los países, pues las capacidades biofísicas del planeta no lo pueden sustentar. Se han desarrollado varias cumbres acerca del medio ambiente, donde la desarrollada en Brasil 1992, marcó las pautas para pasar de aspiraciones de masas a acuerdos de políticas de estados respecto a la implementación de acciones en función de proteger, conservar y mejorar el medio natural.

Se hace necesario entonces promover alternativas que sean más amigables con la naturaleza y que permitan una adecuada calidad de vida del hombre y el resto de la biótica del planeta. La producción y empleo de los biofertilizantes es una de las alternativas promisorias, en tanto permiten la reducción de la dosis de fertilizantes químicos (sintéticos), sin afectar la producción y rendimiento de los sistemas agrícolas. Adicionalmente promueven el crecimiento de las plantas mediante las sustancias que producen. También permiten la protección de los cultivos frente a los agentes patógenos y son más compatibles con la biología del suelo.

Las micorrizas arbúsculares (MA) son asociaciones ecológicamente mutualistas que se establecen entre un selecto grupo de hongos y la gran mayoría de las plantas. Aproximadamente un 80% de las familias de plantas existentes tienen la potencialidad de formar este tipo de asociación (Trappe, 1987). Las MA son el tipo de micorrizas que forman la mayoría de las plantas de interés agrícola. En dicha asociación, el hongo forma arbuscúlos que son las estructuras donde se realiza el intercambio de carbono y fósforo entre el hongo y la planta. Algunos hongos micorrícicos forman vesículas en el micelio interno, las cuales son estructuras de reserva del hongo.

Dentro de las múltiples alternativas agroecológicas que se pueden emplear en los sistemas de producción agrícolas de cultivos, se encuentran las micorrizas arbúsculares, biofertilizante de comprobadas bondades para las plantas, la rizósfera de estas, el suelo y el medio ambiente en general.

En el presente trabajo se abordarán algunas consideraciones acerca de las micorrizas arbúsculares en el marco de la agroecología.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El marco metodológico se sustenta en la aplicación de la investigación documental, así como la aportación de la experiencia académica y de gestión investigativa y el pensamiento sistémico de los autores.

Se asume como caso reflexivo-valoracional el análisis de fuentes científicamente documentadas en relación con las micorrizas arbúsculares y su empleo en la agricultura, sistematizando la información consultada.

El posicionamiento teórico radica en la perspectiva holística de la Agroecología en relación con los sistemas de producción agrícola y sus dimensiones de la sostenibilidad.

Se desarrollaron dos talleres participativos para el intercambio de ideas y experiencias con la presencia de productores, investigadores y académicos, sistematizándose el consenso en relación a las bondades de las micorrizas como alternativa sostenible en los sistemas agrícolas y los aspectos que limitan actualmente su empleo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***Bondades de la micorrización para las plantas.***

Resulta evidente que los hongos micorrizogenos han coevolucionado con las plantas por más de 400 millones años, Honrubia (2009), logrando establecerse en una amplia diversidad de medios naturales del planeta.

En una revisión sobre la distribución filogenética y evolución de las micorrizas en las plantas terrestres, Wang & Qiu (2006) confirman que el 80 y 92%, respectivamente de las especies y familias de plantas testadas, son micorrícicas, y que son precisamente las micorrizas arbúsculares las predominantes, estando además presentes entre las plantas más primitivas, como hepáticas, pteridófitos y las gimnospermas más antiguas. (Honrubia, 2009).

Las expectativas de investigación de la simbiosis micorrizas-plantas siguen siendo muy amplias según Finlay (2013), destacando que recientemente se ha puesto énfasis en una perspectiva multifuncional más amplia, incluyendo los efectos de la simbiosis micorrícica sobre las comunidades vegetales y microbianas, así como en los procesos del ecosistema. Es relevante la movilización de N y P a partir de polímeros orgánicos, la liberación de los nutrientes de las partículas minerales, los efectos sobre el ciclo del carbono, la mediación de la respuesta de las plantas a factores de estrés como la sequía, la acidificación del suelo, metales tóxicos y patógenos de plantas, así como una amplia gama de posibles interacciones con grupos de otros microorganismos del suelo.

En la compleja interacción planta-hongo micorrícico existe un tercer asociado que pertenece a las bacterias. El establecimiento de esta triada asociativa, Bofantes y Anca (2009) plantean que se propicia a partir de la liberación de moléculas activas, incluyendo compuestos volátiles, y el contacto físico entre los socios.

Se ha demostrado que los asimilados pueden ser transportados de una planta a otra a través de las conexiones de hifas de los hongos micorrizógenos (Mohammadi, Khalesro, Sohrabi y Heidari, 2011).

La interacción de las plantas y los hongos micorrícicos arbúsculares es de tipo mutualistas y sus efectos son en general positivos para las plantas en cuanto a:

- Estado nutricional [Heikham, Rupam y Bhoopander, (2009); Felderer, Jansa y Schulin (2013); Li, Guan, Stonor, Smith Y Smith, (2013)]
- Estado fitosanitario, [Vannette, Hunter y Rasmann (2013); Vos, Schouteden, Van Tuinen ... Gianinazzi-Pearson (2013); Liu, Li, y Tian (2013) Ahmed, Sallam, Mohamed y Hassan (2013); Zhipeng, Fayolle, Van Tuinen ... Gianinazzi (2012); Jung, Martínez, López y Pozo (2012) y Pivato, Offre, Marchelli ... Berta (2009)]
- Producción de biomasa fresca y seca, [Miransari, Maleki, Besahrati, Rasuli y Tavassoli (2013)]
- Adaptación a condiciones de estrés por factores abióticos tales como: baja disponibilidad de fósforo, salinidad y/o presencia de metales pesados en el suelo; variaciones de la temperatura fuera del rango ecológico de los cultivos y/o condiciones de sequía. [Watts-Williams, Patti, y Cavagnaro (2013); Li, et al., (2013); Heikham et al., (2009) y Mohammadir et al., (2011)]

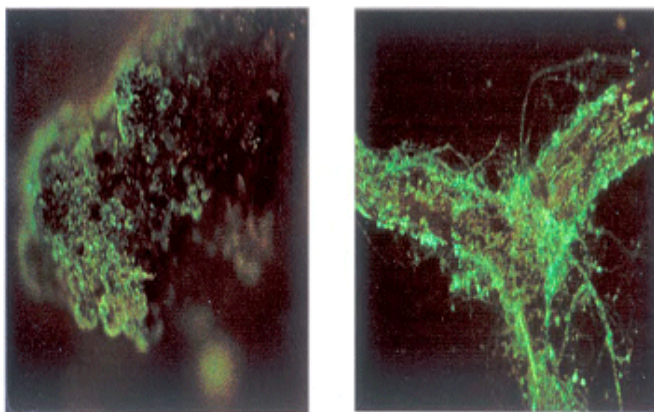
La ocurrencia de la micorrización permite, en criterio de Garg y Manchanda (2008), el aumento de la nodulación y la fijación de nitrógeno en las leguminosas, favoreciendo una mejor nutrición con fósforo en las plantas inoculadas que mejoran su tasa de crecimiento y aumentan la producción de antioxidantes.

Las razones más aceptadas para la no proliferación de la simbiosis micorrícicas, cuando se realizan aplicaciones de altas dosis de fósforo, según Douds (s.f.) son las siguientes:

- Las raíces, en ambientes de alto fósforo, no exudan tantos productos estimulantes de ramificaciones de hifa y por eso hay menos contactos de infección o colonización.
- Plantas con mayor fósforo no proporcionan tantos carbohidratos al hongo. Esto limita la colonización desde la raíz al suelo.
- Menos carbohidratos suplididos al hongo reducen la cantidad de esporulación por falta de energía adecuada.

### ***Bondades de la micorrización para el suelo.***

En relación al suelo, los hongos micorrizógenos constituyen un componente vital de su microbiología, pues se reconoce que producen la glomalina, una glicoproteína protectora de la hifa, tiene efecto de aglutinante natural que estimula la agregación de partículas en el suelo. La glomalina que ha demostrado gran persistencia en el suelo y capacidad de ocupar una fracción significativa de la materia orgánica y carbono total del suelo (Douds, s. f.) (*figura 1*).



**Figura 1.** La glomalina es el material verde en este agregado de suelo.

**Fuente:** El papel de los hongos formadores de micorrizas y su manejo (Douds, s. f.)

El efecto benéfico de la simbiosis hongo-planta sobre el incremento de la extensión y volumen del sistema de raíces, así como de las hifas de los hongos, permiten una mayor retención física de las partículas de suelo. En suelos cultivados intensivamente con maíz, aun cuando la densidad de micelio extraradical se incrementó, ésta no generó un mayor porcentaje de agregados hidroestables, pero que sí se mejoró la capacidad de retención de agua, en la experiencia de Robles y Barea (2004), citados por (Ibáñez, 2008).

La interacción de la simbiosis micorrizica con otros microorganismos del suelo posibilita el establecimiento de cooperaciones beneficiosas con una amplia representación de estos y compitiendo con otros, que generalmente son de tipo fitopatógeno.

Al colonizar las micorrizas porciones radiculares, los exudados que emiten ayudan a las poblaciones de bacterias a reproducirse más eficientemente, ya que ambos grupos son parte de la matriz biológica del suelo. Entre los géneros bacterianos detectados están *Pseudomonas spp.*, *Bacillus subtilis*, *Azospirillum sp.* y *Azotobacter sp.*; estos dos últimos importantes en los mecanismos de fijación no-simbiótica de nitrógeno". (Guerrero y Canseco, 2014).

En opinión de Cano, (2011) la inoculación con micorrizas arbúsculares en los cultivos de interés agrícola, posee como bondad su posible con otros productos biológicos tales como: *Trichoderma* y *Pseudomonas*, que muestran una interacción positiva, mientras logran una especie de consorcio para con los hongos patógenos edáficos.

Para la biorremediación de suelos, el aumento de la biomasa de las plantas, es la razón más importante de su eficacia, por tanto, si las plantas que logran la micorrización producen mayor cantidad de biomasa seca de manera significativa, según Zaefarian, Rezvani, Ardakani, Rejali & Miransari (2013), entonces la inoculación de plantas con

hongos micorrizogénos y estimular la comunidad natural de micorrizas nativas del suelo en las condiciones de los sistemas de producción agrícola, se constituyen en alternativas para la biorremediación de suelos.

### ***Algunas prácticas agroecológicas para favorecer la micorrización.***

En tanto persiste el modelo convencional de producción agrícola denominado "revolución verde", el cual se basa en el uso intensivo de energía, maquinaria y sustancias químicas de origen sintético, se hace necesario destacar que desde hace aproximadamente 50 años se le ha contrapuesto el pensamiento de ecologistas y los movimientos que apoyan esta tendencia. Así también ha aparecido en los medios académicos el término de agroecología, como una propuesta de alternativas amigables con el medio ambiente, que en la actualidad ya demuestra resultados consolidados en la práctica social.

De manera general se sugieren algunas alternativas agroecológicas que tienden a favorecer la micorrización, mismas que se corresponden de manera significativa con algunas de las recomendadas para la conservación de suelos y agua.

- Labranza mínima del suelo, tanto en acondicionamiento y preparación como en la atención a los cultivos.
- Rotación, asociación, sucesión de cultivos.
- Aportaciones de fuentes orgánicas al suelo.
- Mantener el suelo cubierto, en alternativas de cobertura muerta y/o viva.
- No quema de los residuos de cosecha.
- Manejo de cuantías mínimas en la dosificación de los fertilizantes químicos y de los pesticidas, en particular el fósforo y fungicidas, respectivamente. En los casos posibles prescindir de su uso.
- Inoculación con hongos micorrizógenos, de preferencia con especies nativas.

### ***Consideraciones del escaso empleo de las micorrizas arbúsculares en los sistemas de producción agrícola.***

En opinión de Cuenca, Cáceres, Oirdobro, Hasmy y Urdaneta, (2007) "en muchos países latinoamericanos la agricultura carece actualmente de una eficiente extensión técnica, lo que ha conducido al uso indiscriminado de agroquímicos y fertilizantes. Ello hace necesario desarrollar y divulgar estrategias de manejo agrícola que permitan minimizar estos problemas".

Los principales adversarios tecnológicos de la micorrización en los cultivos de interés agrícolas son:

- La labranza del suelo y todas aquellas actividades culturales que se ejecutan hasta unos 10 cm de profundidad en el suelo, pues según confirma Reyes (2014) estas producen la ruptura y disgregación del micelio externo de las micorrizas arbúsculares.
- Aplicaciones de fertilizantes químicos-minerales (en dosis elevadas, más daño).
- Aplicaciones de plaguicidas "contaminantes" (en dosis elevadas, más daño).

Cabe entonces destacar que persiste el uso de agroquímicos y fertilizantes sintéticos en los sistemas agrícolas latinoamericanos, en virtud de sus bondades económicas a corto y mediano plazo, así como los bajos niveles de divulgación y capacitación acerca de las bondades de las micorrizas arbúsculares y las exigencias para su empleo.

También puede incidir en el bajo empleo de las micorrizas arbúsculares la escasa cuantía de producción de los productos que contienen a este biofertilizante, dado el insuficiente desarrollo tecnológico de la región en este campo, sumado a los no competitivos precios de comercialización que distancian al productor agrícola de la adquisición de este biofertilizante.

## **CONCLUSIONES**

Las micorrizas arbúsculares se constituyen en una alternativa ecológica y agronómicamente factible para diversos sistemas de producción agrícola, en tanto muestran una alta plasticidad ecológica, se manifiesta en la mayoría de los cultivos de interés agrícola y existen los fundamentos científico y técnicos para su implementación en la práctica social.

El escaso desarrollo tecnológico para la producción de este biofertilizante, las micorrizas arbúsculares, su escasa promoción y divulgación, así como una capacitación no suficiente a productores agrícolas, se constituyen en retos a superar para consolidar a esta alternativa ecológicamente amigable, como parte consustancial a nuestros sistemas de producción agrícolas en América Latina.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ahmed, M. S., Sallam, N. M., Mohamed, A. A., y Hassan, M H. (2013). Archives of Phytopathology & Plant Protection. 46(7), 868-881. ISSN: 0323-5408 doi: 10.1080/03235408.2012.753707 Recuperado 12 febrero 2014.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2011). Constitución de la República del Ecuador 2008. [en línea] Última modificación: 13-jul-2011. Recuperado 22 noviembre 2013 de: [http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_const.pdf)



Bonfante, P., Anca I. A. (2009) Plants, mycorrhizal fungi, and bacteria: a network of interactions. *Annual Review Microbiology*. 63, 363-83.

Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Actualidad y Divulgación Científica*. 14 (2), 15 \_ 31 Recuperado 14 octubre 2014 de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

Cuenca G., Cáceres A., Oirdobro G., Hasmy Z., Urdaneta C. (2007). Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *INCI 32(1)*: 23-29. Recuperado 21 octubre 2014 de: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007000100006&lng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000100006&lng=es)

David Douds. El papel de los hongos formadores de micorrizas y su manejo. (s/f.) Recuperado de: 13 septiembre 2014 de: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_organica\\_y\\_trazabilidad/45-micorrizas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_organica_y_trazabilidad/45-micorrizas.pdf)

Felderer, B., Jansa, J., y Schulin, R. (2013). Interaction between root growth allocation and mycorrhizal fungi in soil with patchy P distribution. *Plant & Soil*. 373(1/2), 569-582. doi:10.1007/s11104-013-1818-6 Recuperado 12 febrero 2014 de: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?sid=f31762ce-b8ef-4695-a762-02a301d0c826%40sessionmgr115&vid=1&hid=112&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=92041578>

Guerrero, J. C. y Canseco, E. P. (2014). Use micorrizas para mejorar la nutrición vegetal en producción de hortalizas. En: *Hortalizas*. México. Recuperado 21 octubre 2014 de: <http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/use-micorrizas-para-mejorar-la-nutricion-vegetal-en-produccion-comercial-de-hortalizas>

Heikham, E., Rupam K., y Bhoopander, G. (2009). Arbúscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. En: *Annals of Botany*. 104:(7), 1263-1280 Recuperado 15 noviembre 2013 de: <http://aob.oxfordjournals.org/content/104/7/1263.abstract>

Honrubia M. (2009) Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 66S1, 133-144, ISSN: 0211-1322 doi: 10.3989/ajbm.2226

Jung, S.C, Martinez Medina, A., Lopez Ruez J.A., Pozo M.J. (2012) Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. *Journal Chemical Ecology*. 38(6), 651-64. Recuperado 22 noviembre 2013 de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22623151>

Ibáñez, J. J. (2 noviembre 2008) En *Biología del Suelo: ¿Suelo, Ente Vivo?* Recuperado 21 octubre 2014 de: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/11/02/105611>

Li, A., Guan, K., Stonor, R., Smith, S. E., & Smith, F. (2013) Direct and indirect influences of arbuscular mycorrhizal fungi on phosphorus uptake by two root hemiparasitic *Pedicularis* species: do the fungal partners matter at low colonization levels? *Annals Of Botany*. 112(6), 1089-1098. Recuperado 12 febrero 2014 de: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?sid=5f4f9964-32ca-4412-be5e-4e3050288807%40sessionmgr111&vid=1&hid=112&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGI2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=90504687>

Liu Z, Li Y, Tian C. (2013) Differences in the arbuscular mycorrhizal fungi-improved rice resistance to low temperature at two N levels: Aspects of N and C metabolism on the plant side. *Plant Physiology & Biochemistry* [serial online]. October 71: 87-95. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Recuperado 14 enero 2014.

Miransari, M. M., Maleki, T., Besahrati, H. H., Rasuli Sadaghiani, M. H., & Tavassoli, A. A. Using pseudomonas spp. (2013) And arbuscular mycorrhizal fungi to alleviate the stress of zinc pollution by corn (*Zea mays* L.) *Plant Journal of Plant Nutrition*. 36(13), 2061-2069. doi:10.1080/01904167.2013.81673. Recuperado 12 febrero 2014.

Mohammadi, K.; Khalesro, S.; Sohrabi, Y. y Heidari, G. A. (2011). Review: Beneficial Effects of the Mycorrhizal Fungi for Plant Growth. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1(9), 310-319., ISSN: 2090-4215. Recuperado 22 noviembre 2013 de: [http://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201\(9\)310-319,%202011.pdf](http://www.textroad.com/pdf/JAEBS/J.%20Appl.%20Environ.%20Biol.%20Sci.,%201(9)310-319,%202011.pdf)

Orrego N y Henao F. Productividad agrícola y competitividad agroindustrial. 2011 [en línea] Recuperado 26 enero 2014 de: <http://www.tpagro.com/espanol/articulos/frijol-frejol-poroto.htm>

Peralta, E., A. Murillo, N. Mazón, C. Monar, J. Pinzón y M. Rivera. Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea. 2010. No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 70 p.) 70p. 358

Pivato, .B, Offre, P., Marchelli, S., Barbonaglia, B., Mougel, .C, Lemanceau, P., Berta, G. Bacterial effects on arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhiza development as influenced by the bacteria, fungi, and host plant. *Mycorrhiza*. 2009; 19(2):81- 90. doi: 10.1007/s00572-008-0205-2. Recuperado 15 noviembre 2013 de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18941805>

Reyes, C. (21 enero 2014). Micorrizas, aliados de la fertilización. *Revista Panorama Agropecuario*. Recuperado 25 octubre 2014 de: <http://panorama-agro.com/?p=887>

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Quito, Ecuador. 2013. 594p.

Vannette RL, Hunter MD and Rasmann S. Arbuscular mycorrhizal fungi alter above and below-ground chemical defense expression differentially among *Asclepias* species. *Front. Plant Sci.* 2013; 4:361. doi: 10.3389/fpls.2013.00361 - See more at: <http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fpls.2013.00361/abstract#sthash.aONrTcSW.dpuf> Recuperado 12 febrero 2014, <http://www.frontiersin.org/plant-microbe-interaction/10.3389/fpls.2013.00361/abstract>

Vos, C., Schouteden, N., Van Tuinen, D., Chatagnier, O., Elsen, A., De Waele, D., Panis, B., y Gianinazzi-Pearson, V. (2013). Mycorrhiza-induced resistance against the root\_knot nematode *Meloidogyne incognita* involves priming of defense gene responses in tomato. *Soil Biology & Biochemistry*. 60, p45-54. 10p. doi:10.1016/j.soilbio.2013.01.013 Recuperado 12 febrero 2014.

Watts-Williams, S., Patti, A., Cavagnaro, T. (2013). Arbuscular mycorrhizas are beneficial under both deficient and toxic soil zinc conditions. *Plant & Soil*. Oct. 371(1/2), 299-312. 14p. 3 Charts. doi 10.1007/s11104-013-1670-8. Recuperado 31 enero 2014 de: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail?sid=415371fc-c134-4e78-93ae9ec2a5319bdb%40sessionmgr110&vid=1&hid=119&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=a9h&AN=90428689>

Zaefarian F., Rezvani M., Ardakani M., Rejali F. & Miransari M. (2013). Impact of Mycorrhizae Formation on the Phosphorus and Heavy-Metal Uptake of Alfalfa, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 44:8, 1340-1352, DOI:10.1080/00103624.2012.756505. Recuperado 25 octubre 2014

Zhipeng, H., Fayolle I., Van Tuinen D., Chatagnier, O.,<sup>1</sup> Li, X., Gianinazzi S., y Gianinazzi-Pearson, V. (2012). Local and systemic mycorrhiza-induced protection against the ectoparasitic nematode *Xiphinema index* involves priming of defence gene responses in 359 *Revista Avances Vol. 16 (4), oct.- dic., 2014*

grapevine. Journal of Experimental Botany, 63(10), 3657\_3672, doi:10.1093/jxb/ers046.  
Recuperado 15 noviembre 2013 de: [http://jxb.oxfordjournals.org/open\\_access.html](http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html)

Aceptado: julio 2014

Aprobado: diciembre 2014

**DrC. Jorge Luis Cué García.** Profesor Titular. Docente Investigador de la Universidad Técnica del Norte. Dirección: Ave. 17 de Julio, Parroquia San Francisco, Los Olivos, Ibarra, Ecuador. Teléfono (00) (593) 0983004672 Correo electrónico: [jlcuegarcia@yahoo.com](mailto:jlcuegarcia@yahoo.com)