



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Componente práctico del examen de grado de carácter  
complejivo, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito  
previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Análisis de la implementación de hongos micorrizicos nativos sobre  
el desarrollo y producción de híbridos de maíz duro”.

**AUTOR:**

Guillermo Andrés Carrasco Contreras

**ASESOR:**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSC.


Babahoyo- Los Ríos- Ecuador

2017

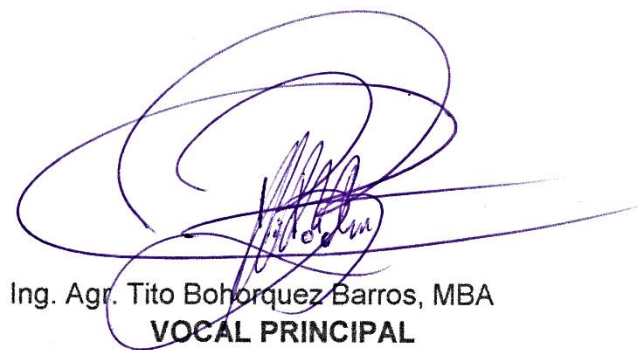
**COMITÉ EVALUADOR.**



Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA  
**PRESIDENTE**



Ing. Agr. Guillermo García Vasquez, Msc.  
**VOCAL PRINCIPAL**



Ing. Agr. Tito Bohorquez Barros, MBA  
**VOCAL PRINCIPAL**

## DEDICATORIA

**A Dios**, por darme salud, culminar esta etapa de superación en mi vida profesional, darme fortaleza para seguir adelante y todo lo necesario para lograr mis objetivos.

**A mis padres**, por su esfuerzo en concederme la oportunidad de estudiar y por su constante apoyo a lo largo de mi vida, en especial a mis abuelitos **Guillermo** y mi mami **Rosa** que fue un apoyo incondicional y desde el cielo me sigue bendiciendo.

**A mis tíos**: Por ser la razón de mí existir sin ellos la fuerza de levantarme cada día para ser mejor persona no sería una realidad, gracias tía Gina.

**A mis hermanos, primos, novia y amigos**: por sus consejos, paciencia y toda la ayuda que me brindaron para concluir mis estudios.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios por ser el motor de mi vida y brindar la fuerza cada día.
- Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a mis padres, hermano, sobrinos, tíos, primas, novia, amigos y demás familiares que estuvieron apoyándome en todo momento de mi vida.
- A mis amigos y hermanos de batalla por las vivencias en estos dos años.
- A la Universidad Técnica de Babahoyo por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente, en especial al Ing. Oscar Mora Castro. MAE.
- A mi Director de trabajo investigativo Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete por su importante aporte en esta investigación.
- A cada uno de los profesores de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por sus conocimientos, experiencia y consejos.
- Y a todos los que no nombro pero que aportaron en este gran camino terminado.

## INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>                             | <b>6</b>  |
| 1.1. Objeto de estudio.....                              | 8         |
| 1.2. Campo de investigación .....                        | 8         |
| 1.3. Delimitación del Problema .....                     | 8         |
| 1.4. Pregunta de investigación.....                      | 8         |
| 1.5. Objetivos de la investigación.....                  | 8         |
| <b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>                            | <b>9</b>  |
| 2.1. Importancia del cultivo de maíz .....               | 9         |
| 2.2. Micorrizas .....                                    | 10        |
| 2.3. Uso de biofertilizantes.....                        | 15        |
| 2.4. Estudios en micorrizas.....                         | 18        |
| <b>III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>                     | <b>21</b> |
| 3.1. Ubicación y Descripción del campo experimental..... | 21        |
| 3.2. Métodos.....  | 21        |
| 3.2.1. Evaluación de la información .....                | 21        |
| 3.3. Situación inicial.....                              | 21        |
| <b>IV. CONCLUSIÓN.....</b>                               | <b>23</b> |
| <b>V. RESUMEN .....</b>                                  | <b>25</b> |
| <b>VI. REFERENCIA .....</b>                              | <b>26</b> |

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz, es uno de los principales cultivos del país y su importancia radica en su utilización como fuente de alimento para seres humanos y el uso que se da en la elaboración de balanceado para animales. La producción maicera está distribuida en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí, el promedio de producción es de 3.5 toneladas por hectárea lo cual es relativamente bajo y no abastece la demanda de la agroindustria ecuatoriana. Los Ríos cuenta con 156.565 hectáreas sembradas y un rendimiento promedio de 4,56 toneladas por hectárea lo cual es bajo (MAGAP, 2015).

Los problemas de nutrición de los cultivos a través del tiempo, ha hecho que se presenten de degradación en la calidad de suelo. Estos han sufrido problemas físicos, biológicos y químicos, en gran medida a que las fuentes modernas de nutrientes en su mayoría son sales acidificantes que desmejoran la calidad del recurso edáfico. El mal uso de los fertilizantes por parte de los agricultores sumado a al mal manejo tecnológico que le dan al cultivo, hace que los rendimientos del cultivo de maíz bajen.

La excesiva utilización y dependencia de los fertilizantes químicos, en las zonas maiceras sumado a las malas prácticas agronómicas, han hecho que los suelos se estén degradando rápidamente, existiendo en la actualidad escasa materia orgánica en los mismos. La introducción de nuevas técnicas en la agricultura puede ayudar a visualizar el procesamiento de todo un caudal de información, que permite obtener las recomendaciones adecuadas para la conservación y utilización de nuestros recursos. La gestión de recursos naturales se puede definir como el “elemento de un manejo para la determinación del comportamiento que permite el conocimiento del potencial adecuado de cada una de las unidades de los recursos naturales y la aptitud que presentan estas para el desarrollo de una actividad determinada.

Décadas de investigación demuestran la utilidad que han tendido las micorrizas incrementando la tolerancia de los cultivos a periodos de sequía, compactación de suelos, altas temperaturas de suelo, metales pesados en los suelos, salinidad edáfica, toxinas orgánicas e inorgánicas y cambios extremos de pH del suelo. Estos tipo de hongos benéficos también prolongan la vida, viabilidad y productividad del sistema radical de las

plantas. Las micorrizas vesícula arbusculares son nativas de todos los suelos tropicales y subtropicales, están presentes en todos los ecosistemas terrestres. Estos hongos se definen en términos generales como la asociación simbiótica con el suelo, y los órganos de absorción de las plantas. Este tipo de simbiosis esta defino como mutualismo clásico, ya que se ha demostrado que ambos simbioses se benefician del intercambio reciproco de fuentes minerales y orgánicas.

Las micorrizas son simbioses obligados incapaces de crecer sin una planta hospedera. Las estructuras del hongo micorrízico se encuentran en el interior de la raíz, pero pueden también ser intra o intercelulares, dependiendo de su función. Las hifas producidas por el hongo son causantes de infección y soporte de los arbusculos y las vesículas. Es por esto que es necesaria la implementación de prácticas que ayuden a identifiquen micorrizas y la eficiencia de la misma en un sistema agroecológico.

El uso de hongos simbióticos puede tener un papel significativo sustentable en los agros ecosistemas. La inoculación con hongos micorrizicos, ayudan con mejoras a la implantación, desarrollo y producción de cultivos tales como maíz. Tienen gran relevancia por el trabajo de las micorrizas, ya que pueden ser incorporadas a través de ciertas asociaciones, para aportar nitrógeno (N) o mineralizar elementos que se encuentran indispuestos en el suelo tales como el fosforo "P" dejándoselos a disposición a las plantas.

En los últimos años como variante el uso de hongos micorrizicos, que realizan la transformación de nutrientes, ha crecido de manera muy acelerada. Estos microorganismos poseen un complejo enzimático que se encargan de convertir el nitrógeno elemental en amonio que es directamente aprovechable por las plantas, géneros como *Glomus*, *Acaulospora* y *Stecullospora*, solubilizan el fosforo y lo ponen a disposición del cultivo. Esta mineralización ocurre por el accionar de diferentes ácidos orgánicos producidos por estos organismos, también producen aminoácidos, vitaminas y sustancias que incentivan el crecimiento.

La importancia del conocimiento de cada uno de los recursos y la capacidad de gestión que pueden tener estos cuando se aplican las nuevas tecnologías así como elaborar la evaluación de la aptitud física de los geo-recursos de la entidad, en vista de identificar

cuáles serían los usos óptimos a utilizar y establecer una reestructuración de cada una de las áreas en busca del incremento de los rendimientos.

### **1.1. Objeto de estudio**

El desarrollo del cultivo de híbridos de maíz con el uso de programas de biofertilización y aplicación de micorrizas.

### **1.2. Campo de investigación**

Técnicas de manejo agronómico en el cultivo de maíz.

### **1.3. Delimitación del Problema**

El Indiscriminado uso de fertilizantes ha provocado en el sustrato suelo se produzcan fenómenos como la salinización, la acidificación, la contaminación de fuentes de agua producido por la percolación de los nitratos y nitrito provocando la eutrofización de dichas fuentes, y lo más grave la pérdida de la diversificación de la fauna microbiana del suelo. Con el uso las micorrizas nativas podemos obtener las sustancias minerales que necesitan las plantas para su crecimiento sin alterar la ecología del suelo.

### **1.4. Pregunta de investigación**

¿Con el uso de las micorrizas nativas podemos fertilizar al cultivo de maíz sin alterar el sustrato suelo?

¿La inoculación de micorrizas en sistemas de producción de maíz, generará incrementos en el rendimiento de grano?

### **1.5. Objetivos de la investigación**

- A. Evaluar la calidad de la información generada en la aplicación de micorrizas en el cultivo de maíz en diferentes proporciones.
- B. Determinar el efecto de las cepas de micorrizas sobre el rendimiento de cultivares de maíz.
- C. Identificar concentraciones de esporas adecuadas para elevar la productividad del cultivo.



## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Importancia del cultivo de maíz

Las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Estos elementos son esenciales porque: 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos, 2) los síntomas de deficiencia aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo y 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta. Los elementos esenciales pueden ser agrupados en 3 categorías, macronutrientes no minerales, macronutrientes minerales y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1 % a 6 % del peso seco; 1 % = 1 g / 100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes. Los elementos no minerales (carbono [C], hidrogeno [H] y oxigeno [O]) provienen del agua y el aire, mientras que la mayoría de los elementos minerales, son obtenidos por las plantas mediante la absorción de nutrientes en la solución del suelo (Sierra, Simonne y Treadwell, 2007).

Según las estimaciones de la FAO (2011), la tercera parte de las 2,000 millones de hectáreas de suelos productivos del mundo registran procesos degradatorios entre moderados y severos. El problema radica en que aún no se comprende que la vida sobre la tierra depende, en gran medida, de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos: provisión de alimentos, uso sustentable del agua, conservación de la biodiversidad y control del clima global. Además es posible duplicar los rendimientos en los suelos mediante la implementación de tecnologías apropiadas. Sin embargo, para que esto sea posible se debe adoptar un sistema de rotación de cultivos con inclusión de gramíneas –arroz, maíz y sorgo– que aseguren una cobertura de residuos permanente para el suelo y un balance positivo de la materia orgánica. En un contexto mundial en el que se estima que la demanda de agroalimentos crecerá un 70 % en los próximos 40 años, la producción sustentable y la conservación de los recursos naturales ocupan un rol clave.

Bertorelli (2007) manifiesta que las variedades mejoradas de maíz "híbrido" son las que se producen al cruzar dos razas (o variedades) progenitoras, para aprovechar las características de estas y para lograr que el comportamiento del cultivo sea muy homogéneo. Las variedades cruzadas, o "híbridas" se comportan mejor debido a que ocurre algo que en genética se llama "vigor híbrido", sucede que los pares de genes son lo más distinto posible, y la variedad híbrida resultante es más resistente y productiva.

“En nuestro país en la actualidad se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos” (AGRIPAC, 2010).

En un escenario tecnológico y climático cambiante los productores de maíz, pueden reaccionar de acuerdo a factores culturales, económicos o sociales. En cualquier caso, los efectos de escenarios climáticos negativos pueden ser reducidos promoviendo nuevas técnicas / tecnologías de producción (atenuadores de stress, nuevos genotipos) medidas sociales (educación continua) y la construcción de capital social en la empresa (buenos equipos profesionales), como componentes esenciales de respuestas adaptativas exitosas. Hoy existen medidas adaptativas y tecnologías efectivas para enfrentar escenarios de cambio. Sin embargo, el apoyo del conocimiento científico y técnico ha sido relevante para los cambios experimentados en nuestras regiones productivas. En escenarios complejos la ciencia y la educación pueden proveer recursos estratégicos para solucionar los nuevos problemas y reducir el riesgo (Satorre, 2012).

## **2.2. Micorrizas**

Las micorrizas son asociaciones mutuamente benéficas entre las raíces no leñosas de las plantas y un número importante de especies de hongos altamente especializados, su presencia es tan común en las raíces como lo es la clorofila en las hojas, por lo cual

uno no debe de preguntarse si una planta esta micorrizada o no, sino más bien qué tipo de micorriza está presente y su grado de colonización en la raíz (Mark 2007).

Las micorrizas abastecen a sus anfitriones con nutrientes minerales (especialmente Fósforo) a cambio de compuestos energéticos. Los hongos V.A.M (Vesiculares,Arbusculares,Micorrizicos) aumentan drásticamente el volumen de suelo a partir del cual las plantas son capaces de adsorber nutrientes (Rush 2008). En la naturaleza esta simbiosis se produce espontáneamente. Se estima que entre el 90 y el 95 % de las plantas superiores presentan micorrizas de forma habitual (Curtis y Barner 2003).

Las micorrizas son tan antiguas como las propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de cien años; estimándose que aproximadamente el 95% de las especies vegetales conocidas establecen de forma natural y constante este tipo de simbiosis con hongos del suelo (Hernández, 2000).

Las micorrizas son asociaciones entre la mayoría de las plantas existentes, con hongos benéficos, que permiten incrementar el volumen de la raíz y por lo tanto permiten una mayor exploración de la rizósfera y son consideradas los componentes más activos de los órganos de absorción de nutrientes de la planta la que a su vez provee al hongo simbiote de nutrientes orgánicos y de un nicho protector (Agri-Biotech 2005).

Define a las micorrizas (mikes=hongo, rhiza=raíz) como asociaciones mutualistas entre un hongo y las raíces de la planta, en la que ambos miembros de la asociación se benefician y participan activamente en el transporte y absorción de nutrientes, influyendo tanto en la estructura como en la estabilidad de las comunidades vegetales en la asociación mutualista que se establece con las micorrizas, el hongo coloniza biotróficamente la corteza de la raíz sin causar daño a la planta, llegando a ser fisiológicamente, parte integrante de dicho órgano. A su vez la planta hospedera proporciona al hongo simbiote (heterótrofo), compuesto carbonatos procedentes de la fotosíntesis, y un habitat ecológicamente protegido (Molina y Mahecha, 2005).

Se pueden distinguir tres grupos fundamentales según la estructura de la micorriza formada: Ectomicorrizas o formadoras de manto; Ectendomicorrizas, que incluye Arbutoides y Monotropoides; y las Endomicorrizas, caracterizadas por la colonización

intracelular del hongo, y que a su vez se subdividen en Ericoides, Orquidoides y Arbusculares (Read, 1999).

Está ampliamente demostrado que las micorrizas incrementan la tolerancia de las plantas a la sequía, patógenos del suelo como hongos y nemátodos, compactación, altas temperaturas, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas, e inorgánicas, así como extremos de pH (Fanjul, 2003).

La utilización de nutrimentos por las plantas es determinada por la capacidad de absorción de la raíz y por la difusión de nutrimentos, por ende, por la liberación de elementos de la solución de suelo. El micelio externo de los hongos arbusculares incrementa el volumen de suelo explorado y determinan la utilización de iones de baja velocidad de difusión como fósforo, zinc y molibdeno (Duchicela, 2001).

Las micorrizas además son productoras de enzimas hidrolíticas como proteasas y fosfatasas, estas últimas necesarias en la solubilización del Fósforo y mineralización del Fósforo orgánico, incrementando los nutrientes disponibles para el mantenimiento de un sistema saludable suelo-planta (Bernal y Morales, 2006).

La absorción de los iones menos móviles depende del volumen de suelo explorado por el sistema de raíces absorbentes. En este caso la micorriza tiene ventaja sobre la raíz no micorrizada porque el micelio externo se extiende a mayor distancia que los pelos radicales. Desde el punto de vista nutricional, el mayor beneficio que las plantas derivan de la micorriza es un mayor crecimiento debido a un incremento en la absorción de P. cuando este elemento es limitante. Cuando este elemento no es limitante el beneficio puede ser nulo o reducido, según el grado de dependencia micorrízica de la planta.

Es conocido además que altos niveles de P inhiben la simbiosis. Por otro lado, está demostrado que la micorriza influye en forma directa o indirecta en la absorción de otros iones minerales (N, K, Ca, Mg, Fe, Mn.). Es necesario tomar en cuenta que sustratos altamente ricos en materia orgánica y particularmente Fósforo, pueden disminuir o inhibir el efecto de la simbiosis micorrízica (Enríquez, 2008).

Los estudios con HMA (Hongos MicorrizicosArbusculares) se han enfocado principalmente en determinar la respuesta de la planta a la micorriza sin considerar detenidamente al endófito, dando la impresión de que estos hongos son funcionalmente equivalentes, ya que incluso una morfoespecie puede asociarse con un gran número de plantas. Sin embargo, se ha demostrado que estos hongos tienen una gran diversidad fisiológica y probablemente han desarrollado adaptaciones específicas a las condiciones ambientales y edáficas en las que se desarrollan. Se ha observado que las plantas micorrizadas se benefician en diferente magnitud dependiendo de los HMA (Hongos MicorrizicosArbusculares) que las colonicen (Smith y Jacobsen, 2000).

Sieverding (2007) menciona que los hongos formadores de micorrizas son nativos de todos los suelos tropicales y de todos los ecosistemas terrestres. Pese a esto, se requiere de su manejo debido principalmente a que la distribución de los hongos micorrízicos en el suelo no es homogénea y, hay sitios donde la concentración de estos hongos es muy baja para una producción de biomasa de plantas óptima. También bajo situaciones específicas, como en un mono cultivo agrícola o forestal, la asociación puede ser inefectiva o presentarse con una baja efectividad para una producción de biomasa óptima de las plantas.

Modjoet *et al.* (2006) indican que las micorrizas se definen en términos estructurales como asociaciones simbióticas entre hongos del suelo y los órganos de absorción de las plantas. Este tipo de simbiosis se define como mutualismo clásico, porque la gran mayoría de investigadores han demostrado que ambos simbios (planta y hongo) se benefician del intercambio recíproco de fuentes minerales y orgánicas. Sin embargo, no siempre ocurre así, en realidad las respuestas de las plantas a la colonización micorrízica están en un rango continuo que va desde respuestas positivas y neutras a negativas.

Herrera *et al.* (2008) expresan que una asociación micorrízica parasítica se puede presentar en una condición o estado particular en el desarrollo de la asociación. Por ejemplo, la formación de micorrizas en árboles puede disminuir el crecimiento de las plántulas en las primeras semanas siguientes a la germinación, la extensión del periodo depende del tamaño de la semilla y de las condiciones ambientales desfavorables (por ejemplo debido a altas aplicaciones de fósforo). La explicación de la extensión de la fase parasítica cuando las semillas son grandes, se debe, a que el carbono que el hongo

requiere para su crecimiento proviene de las reservas de las semillas y las plántulas también dependen de éstas reservas de carbono para crecer, ya que su capacidad fotosintética no es suficiente para mantener su crecimiento y el desarrollo del hongo.

Gosling (2006) señala que la micorriza tiene ventaja sobre la raíz no micorrizada por que el micelio externo se extiende a mayor distancia que los pelos radicales. Además, les imparten otros beneficios como: mejoran la agregación del suelo, incrementan la tasa fotosintética, reducen la proporción raíz: parte aérea, aumenta la actividad microbiológica del suelo, aumenta la fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas, incrementa la resistencia a plagas y a estrés ambiental, estimula la actividad de sustancias reguladoras de crecimiento, aumenta la tolerancia a la sequía.

De la misma manera, según el autor la relación HMA-planta no es considerada específica, debido a que cualquier especie de HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares) puede colonizar o formar simbiosis con cualquier planta, ya que se encuentran en todo tipo de suelos prácticamente. No obstante, bajo ciertas condiciones edafo-climáticas, algunos hongos pueden beneficiar mejor o en mayor grado un determinado hospedero. El pH, la humedad del suelo y la disponibilidad de nutrientes influyen no solo en la colonización, sino también en el número de esporas producidas por los hongos formadores de micorrizas arbusculares. Los HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares) son encontrados en todo tipo de suelos y pueden colonizar cualquier planta que establece simbiosis con ellos, sin embargo las condiciones físico-químicas del suelo, podrían estar generando cierto tipo de especificidad con respecto a las plantas hospederas; según las respuestas que muestran las plantas a determinadas especies de HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares): la mayoría de los estudios existentes, relacionan la potencialidad y la eficiencia de la inoculación con HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares) en diferentes cultivos in vitro y en casa de vegetación en invernadero.

Pocos estudio han evidenciado el efecto de tienen las condiciones ambientales sobre el establecimiento de las HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares) en diferentes ecosistemas. Los estudios realizados se convierten entonces en casos que muestran como ciertos parámetros físico-químicos (pH, Fósforo, Nitrógeno y sodio) de suelos de fincas ganaderas tienen un efecto sobre el establecimiento de HMA sobre raíces de cultivos. Es

importante evaluar in situ, los efectos de condiciones ambientales sobre la colonización de estos microorganismos en diferentes nichos ecológicos con pasturas (CIRAD, 2012).

Según Brundrett *et al.* (2006) publicaron que la presencia del hongo en las raíces modifica su morfología, promoviendo su bifurcación, ramificación y ensanchamiento y aumentando con esto su superficie de absorción. Las hifas que se proyectan al exterior de la raíz exploran un volumen mayor de suelo, algunas especies pueden formar cordones miceliares o rizomorfos, los cuales tienen una mayor capacidad exploratoria y pueden tolerar condiciones adversas más fácilmente y su periodo de vida es más largo que el de las hifas individualizadas.

La mayor parte de los diferentes tipos de hongos en el suelo están como organismos autóctonos, pocas veces como formas alóctonas. Pueden presentarse como organismos de vida libre o en asociaciones formando micorrizas con las raíces de algunas plantas. Los hongos se encuentran principalmente en los 10 cm superiores del suelo y raramente por debajo de los 30 cm. La mayor abundancia se presenta en suelos ácidos y bien aireados. Son de gran importancia las asociaciones de fijadores de nitrógeno y de micorrizas entre microorganismos y plantas superiores y aunque, en el suelo, el papel de los microorganismos está subordinado a las plantas, como productores primarios, su función es esencial en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de algunos minerales. El metabolismo microbiano es decisivo en el mantenimiento de la fertilidad del suelo y para el crecimiento vegetal (Armado, 2006).

### **2.3. Uso de biofertilizantes**

La labranza y todas aquellas actividades que manipulan los primeros centímetros del suelo cultivable, producen la ruptura y disgregación del micelio externo de las MVA (Micorrizas Vesiculares Arbusculares). Debido a que este micelio contribuye sustancialmente en la formación de la estructura del suelo, su destrucción trae consecuencias indeseables para la infiltración y demás propiedades físicas del suelo (Miller y Jastrow, 2000).

Jiménez (2001) manifiesta que en los últimos años el estudio de microorganismos asociados a plantas ha sido tema de interés para muchos investigadores, por todos los beneficios que estos pueden aportar a las plantas, entre estos la fijación biológica de

nitrógeno, producción de hormonas, así como también la influencia de estos en el ecosistema.

Instituto de Investigaciones Agrarias del Perú (2009) el nitrógeno es aportado, nitrificante regularmente en mayor cantidad durante el periodo vegetativo. Los microorganismo del suelo en estado latente que actúan como biotransformadores de materiales orgánicos y minerales (socas, subproductos de cosecha, estiércoles, abonos orgánicos y químicos), para convertirlos en nutrientes para las plantas activando sus crecimientos, balanceando su nutrición y mejorando la producción. Los microorganismo de alta biotecnología, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora la estructura del suelo aporta bacterias fijadoras de nitrógeno al suelo también disminuyen las incidencias de plagas y enfermedades en los cultivos, se reduce la aplicación de `pesticidas, disminuye la aplicación de abono químico, la aplicación edáfica y foliar en pre y postsiembra, floración y fructificación.

Arias, López y Guerrero (2007) concuerdan que los organismos fijadores de nitrógeno son componentes muy importante del suelo, para desarrollar la fertilidad del suelo de aumentar el contenido del nitrógeno en las condiciones medioambientales adecuados, las bacterias fijadoras de nitrógeno producen encimas que toman el nitrógeno en su forma gaseosa de la atmosfera y con las azucres que obtienen de la planta fijan el nitrógeno dentro de la biomasa bacteriana, si las bacterias satisfacen sus necesidades de nitrógeno pasan a la planta y pueden absorber niveles elevados de proteína en las plantas.

Las formas existentes del fosforo en el suelo son pocos solubles en el agua y por ello su concentración es muy pequeña en la solución del suelo. Entre 95 a 99% del fosforo del suelo no está disponible para las planta esto incluye las formas del fosforo inorgánico y el mineral insoluble. La concentración de fosforo en el micelio fúngico es 100 veces superior que en el suelo ya que se presenta mayor afinidad para la captación de fosforo que por la propia raíz. Los H.M.A (Hongos Micorrizicos Arbusculares) incrementan la asimilación del P. por las plantas llevado a través de las hifas (Román 2003).

Un aspecto de gran importancia a considerar, es que en estos ambientes naturales predominan pobla-ciones de microorganismos que favorecen la nutrición de las plantas,- como es el caso de hongos - micorrízicos (HM), denominados así porque forman



asociación simbiótica mutualística (Micorriza), la cual ocurre entre las raíces de la mayoría de las plantas superiores y hongos del género - Glomales. El principal beneficio que las plantas obtienen de las micorrizas es el incremento en la adquisición de nutrientes de baja movilidad y disponibilidad como el fósforo. Sin embargo, los últimos estudios han demostrado-, que el beneficio es más amplio y complejo,- indicando- que las plantas micorrizadas pueden tolerar ambientes adversos, bióticos y abióticos (López *et al.*, 2007).

La calidad del suelo es un indicador integral de ecosistemas agrícolas sustentables y uno de los componentes claves de la calidad del suelo es su biota, en particular el comportamiento (Harrier y Watson, 2003). Estos argumentos fundamentan la necesidad de incorporar y valorar- la biota del suelo- y su comportamiento en la promoción- de agro sistemas sustentables. La colonización micorrízica también puede incrementar la utilización de otros nutrientes del suelo, Se han encontrado altas concentraciones mayores de Nitrógeno (N) como efecto Indirecto por la estimulación de la fijación simbiótica, Potasio (K), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cloro (Cl), Magnesio (Mg), y Microelementos como Zinc (Zn), Azufre (S), Boro (B) Y Molibdeno (Mo) en plantas Micorrizadas(Duchicela, 2001).

Por lo tanto el uso de estos microorganismos edáficos, MVA (Micorrizicos Vesiculares Arbusculares) en la agricultura constituye una alternativa promisoría frente a los fertilizantes minerales. Desde el punto de vista ecológico, la utilización y/o aplicación correcta de estos microorganismos permite reducir el uso de energía, la degradación del agroecosistema y las pérdidas de nutrientes de los suelos agrícolas. En adición, se mantiene la capacidad productiva del sistema, se preservan la biodiversidad y se contribuye con una producción más estable y sostenida a largo plazo en equilibrio con el entorno (Hernández, 2000).

Los bosques templados desarrollados en suelos oscuros, consolidados se componen por árboles formadores de ectomicorrizas. En estos suelos la presencia de raíces asociadas a micorrizas se detecta especialmente en el horizonte húmico. La cantidad y la calidad de humus, constituye el factor más importante en la formación de las micorrizas, por lo tanto estas disminuyen con la profundidad. (Fontenla y N 2001). La pobreza relativa en sales minerales disponibles por otra parte determina la prevalencia de micorrizas en bosques. Cuando los nutrientes son abundantes en el suelo y el crecimiento

de árboles es vigoroso la mayoría de los nuevos carbohidratos pueden ser utilizados para formar nuevos tejidos, siendo pobre su acumulación en las raíces.

Al existir deficiencias de N, P y K. disponibles, se impide la formación micorrízica y el crecimiento radicular, pero al existir una deficiencia moderada de uno de estos nutrientes la infección se lleva a cabo (Hermard, Ilabaca, Jeres, Sandoval, 2002).

Los elementos minerales que circulan con facilidad hacia la rizósfera, como Nitratos y sulfatos no suelen crear zonas de deficiencias alrededor de las raíces y la contribución de las hifas en la captación de ellos es limitada. Los iones fosfato y amonio que se difunden más lentamente en la solución del suelo son captados relativamente más por las hifas de los H.M.A (Hongos Micorrizicos Arbusculares). La captación de los micronutrientes es a veces contradictoria ya que se tiene evidencia consistente de un incremento en su captación por los H.M.A (Hongos Micorrizicos Arbusculares) solo para Zinc y Cobre (Román, 2003).

Las asociaciones micorrizicas se producen sobre casi todas las plantas vasculares con algunas excepciones como las familias Crucíferas, Quenopodiáceas, Ciperáceas, Cariofiláceas y Juncáceas y también se establecen en Briofitas y Pteridofitas, aunque existe poca información sobre estas simbiosis con plantas no vasculares. Entre las plantas vasculares colonizadas por micorrizas se encuentran todas las especies leñosas de interés forestal (Fagáceas, Betuláceas, Pináceas), todas las especies de interés hortícola (solanáceas, gramíneas), y muchas familias de importancia ornamental (Orquidiáceas, rosáceas) (López y Barceló, 2007).

#### **2.4. Estudios en micorrizas**

Los resultados de un estudio realizado en girasol indicaron que el diámetro de la cabeza, el rendimiento de semilla y el aceite de las semillas fueron afectadas en forma significativa por la inoculación con micorrizas porque este bio-fertilizante ha podido aumentar la absorción de fosforo para las plantas (Soleimanzade, 2010).

En un estudio realizado por Bolleta, Rodriguez y Krugger (2005), se encontró que las plantas de trigo inoculadas con hongos micorrizicos mejoraron la absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, cobre y zinc en el estadio de espigamiento. Este

incremento fue más importante con menor disponibilidad de agua en el suelo. Además en los tratamientos inoculados se observaron mayor número de espigas  $m^2$ , peso de mil granos y rendimiento; estas respuestas fueron similares al tratamiento fertilizado. Por otro lado, las plantas micorrizadas mejoraron la eficiencia en el uso de agua del suelos en los años con bajas precipitaciones. Por último, los hongos micorrízicos cumplen un rol importantes en condiciones de campo, incrementando la habilidad competitiva de las plantas hospedantes durante momentos de déficit hídrico.

La utilización de las micorrizas como biofertilizantes no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar desde comúnmente 50 - 80 % y en ocasiones hasta un 100 %. Se plantea que de las cantidades de fertilizantes aplicadas, sólo se aprovecha un 20 %, y el resto normalmente se filtra o se lixivia sin remedio; con la aplicación de las micorrizas, puede ser recuperado por las plantas un porcentaje mucho mayor; ya que un pelo radical, puede poner a disposición de una raicilla, los nutrientes y el agua que se encuentra hasta 2 mm de la epidermis, las hifas del micelio extramátrico de las MVA pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor (Pérez, 2000).

Afirma que en su labor de investigación en fertilizantes como Nitrógeno, Fósforo y microorganismos en el cultivo de girasol con una densidad de 50000 Plts/ha. concluyó que La inoculación con micorrizas incrementó los rendimientos con respecto al testigo aunque sólo en combinación con Fósforo fue de manera estadísticamente significativa. En cuanto al porcentaje de aceite el promedio fue de 41,5%, sin diferenciarse significativamente entre los tratamientos evaluados (Perez, 2012).

El beneficio reportado por el uso de las asociaciones micorrízicas vesículo-arbusculares en el crecimiento de las plantas resulta espectacular, particularmente en suelos tropicales, deficientes en fósforo (P) asimilable y en donde el potencial de explotación de éstas es mucho mayor que en regiones de clima templado (Fredeen, 1989; Sieverding, 1991).

Al estudiar la biofertilización como alternativa para la nutrición mineral del tomate en la etapa de semillero Medina (1994), logró los mayores incrementos en la

variante que disponía de los requerimientos de NPK más el *Azotobacterchroococcum*, aunque fueron inferiores cuando se utilizó el *Azospirillumbrasilense* o el hongo *Glomusmanihotis*, permitiendo la co-inoculación con estos dos últimos microorganismos la sustitución del 50 % del fertilizante requerido en la etapa de plantación.

Aseguran que en su trabajo de fertilización fosfatada e inoculación de micorrizas en girasol, que la fertilización fosfatada incrementó el rendimiento del cultivo de girasol en sistemas agrícolas, mientras que las mayores respuestas y eficiencias se encontraron cuando esta fue combinada con micorrizas. Si bien estas prácticas no resultan habituales en el noroeste bonaerense, constituyen herramientas que pueden contribuir a la mejora de rendimientos de los cultivos de girasol (Álvarez, Barraco, Sciarca, 2003).

Al evaluar la inoculación con micorrizas en maíz bajo diferentes ambientes de fertilidad mediante la inoculación con micorrizas y el agregado de fertilizantes químicos lograron incrementar significativamente los rendimientos del cultivo de maíz. Dicho incremento alcanzó en promedio al 9 % en el caso de la inoculación y un rango del 13% al 21 % por el agregado de fertilizantes (Ferraris y Courelot, 2006).

Se estudió la colonización de micorriza arbuscular nativa de dos genotipos de maíz negro y V-23 y dos de trigo (Berros y san Cayetano) caracterizados como menos eficientes y más eficientes donde sostuvo y determino el porcentaje de longitud radical colonizada por el método de las intersecciones Se encontró que los genotipos de baja eficiencia nutricional para ambas especies presentaron mayor colonización de micorriza arbuscular con 75 % para el maíz y 71 % para el trigo (Montano 2001).

En un trabajo de investigación realizado entre la simbiosis de la bacterias fijadoras (*Bradyrhizobiumjaponicum*) con micorrizas arbusculares en soya, los resultados son muy halagadores ya que servirá para no volver a utilizar fertilizantes químico, logrando disminuir el costo de producción y mantener un sistema agroecológico limpio, con el uso de las bacterias y los hongos formadores de micorrizas ayudaron a obtener los minerales que necesitó el cultivo para su desarrollo y producción (Llerena 2010).

### **III. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Ubicación y Descripción del campo experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó con la revisión de investigaciones en maíz sobre todo uso de biofertilización, en especial hongos micorrízicos en la zona agrícola del cantón Babahoyo.

#### **3.2. Métodos**

La investigación se realizó en el último trimestre del año 2016 y primer trimestre del año 2017. Se utilizó métodos sencillos de respuesta, que permitieron apropiarse de los resultados y continuar el proceso de evaluación de la información de manera periódica.

La evaluación de información se realizó a través de factores de impacto del material revisado, el mismo mide indicadores sociales, económicos y ambientales. Se realizó acciones que integren la información con el detalle de la investigación. Para el efecto se estableció dos etapas:

1. Revisión y evaluación de material bibliográfico.
2. Elaboración de documentos y cartillas nemotécnicas.

##### **3.2.1. Evaluación de la información**

Obtenida la información se procedió al análisis a través de la formulación de los indicadores más adecuados (Páginas web, Material publicado, e-books, enciclopedias periódicos, tesis, tesinas, paper, review, artículos y revistas) e índice de impacto del material.

#### **3.3. Situación inicial**

La eficiencia de hongos micorrizicos en la infección radicular y su contribución para mejorar la calidad de plantas, demuestran los beneficios fisiológicos y ecológicos ejercidos por este grupo de microorganismos. La respuesta positiva ejercida por las micorrizas nativos, crea la necesidad de contar con bancos germoplásmicos específicos para el Trópico Húmedo Ecuatoriano y seleccionar géneros de hongos eficientes destinados a la producción de inoculantes para especies agrícolas y forestales de importancia económica. Por último, los sistemas agrícolas tradicionales (maíz, arroz, soya) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano, deben ser conservados, ya que guardan una valiosa microfauna sobre todo HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares)

El Manejo de biofertilizantes en maíz establece como una línea de acción el uso de material vegetal resistente a plagas y enfermedades y plagas, así como la introducción de materiales mejorados. El uso de híbridos de alto rendimiento variedades resistentes al ataque de insectos es un método de control de los insectos que es ecológicamente válido. En las plantaciones de maíz se ha comenzado a utilizar micorrizas en sectores donde existe la cultura de una agricultura sostenible, dentro de los programas de fertilización.

Los efectos benéficos de las micorrizas en el suelo están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar los mismos (suelo – planta), estrechamente relacionados. Sin embargo, las micorrizas realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén, y mantenimiento de las diferentes especies vegetales. La utilización de las micorrizas como biofertilizantes no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar desde 50 al 80 % y en ocasiones hasta un 100 %. Las plantas inoculadas con micorrizas nativas, muestran mayor respuesta que los cultivos donde las poblaciones de estas son bajas.

## IV. CONCLUSIÓN

La investigación aportó en conjunto información que permitió determinar si la caracterización y utilización de hongos micorrízicos índice sustancialmente o parcialmente sobre el rendimiento del cultivo de maíz, específicamente sobre la asimilación de nitrógeno y fosforo; elementos muy complicados en el manejo nutricional de las planta.

Se pudo confirmar la presencia de estructuras de hongos micorrízicos arbusculares en las raíces de maíz como arbusculos, vesículas e hifas, en los reportes revisados. Con la presencia de estas, comprobó que existen valores para la tasa de infección en raíces y población de esporas en los suelos de la zona estudiada lo que direccionará si existe o no un alto grado de asociación de las raíces de maíz con las micorrizas arbusculares. Además esta asociación se relacionará a factores que promueven la colonización y esporulación micorrízica como: contenido de materia orgánica, precipitación y cobertura.

En las zonas estudiadas se identificó varios géneros presentes, lo que brindó información sobre el tipo de micorriza y su capacidad reproductiva, así mismo permitirá la producción de un inoculante a base de micorrizas arbusculares procedente de la zona de estudio.

A manera de resumen se puede plantear que los beneficios de la inoculación temprana con hongos formadores de micorriza arbuscular repercuten en una reducción del aporte de fertilizantes y fitosanitarios, un ahorro del suministro del agua, un mayor crecimiento y producción de las plantas, una mayor supervivencia a las condiciones de estrés y un mejor aprovechamiento de los suelos de la zona.

Así mismo las micorrizas son el perfecto complemento para los agricultores del sector opten por una fertilización biológica, pudiendo obtener el máximo provecho de los fertilizantes orgánicos de alta calidad que podemos encontrar a nuestra disposición y llevar adelante cultivos altamente productivos.

En la agricultura, el uso de micorrizas tiene un gran potencial tecnológico debido mejoran las propiedades físicas del suelo, el crecimiento de las plantas y el reciclado de los nutrientes del suelo, así como facilitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Por lo tanto, plantas micorrizadas poseen una ventaja importante con respecto a las plantas no micorrizadas. Sin embargo, el conocimiento sobre las interacciones entre las condiciones edáficas y la ecología de las micorrizas nativas y la efectiva asociación simbiótica entre las plantas y estos microorganismos es limitado. Por esta razón, el análisis de poblaciones de HMA (Hongos Micorrizicos Arbusculares) nativos y su ambiente edáfico, pueden conducir a su uso eficiente en la agricultura, especialmente.



## V. RESUMEN

### ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE HONGOS MICORRIZICOS NATIVOS SOBRE EL DESARROLLO Y PRODUCCION DE HIBRIDOS DE MAÍZ DURO.

Guillermo Carrasco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FACIAG. [www.utb.edu.ec](http://www.utb.edu.ec)

Se realizó el análisis de la implementación de hongos micorrízicos sobre el desarrollo y rendimiento de maíz grano duro (*Zeamays* L.). El presente trabajo demostró la incidencia de los hongos sobre la disponibilidad de nutrientes en el cultivo, demostrando que las diferentes concentraciones con mayor número de esporas tienen un efecto sobre la producción. Información dispersa sobre trabajos de investigación en esta clase de biofertilizantes, motivó la colecta y clasificación de esta de manera técnica, basado en la importancia de los artículos. La eficiencia de hongos micorrizicos en la infección radicular y su contribución para mejorar la calidad de plantas, demuestran los beneficios fisiológicos y ecológicos ejercidos por este grupo de microorganismos. Respuestas positivas ejercidas por las micorrizas nativos, crea la necesidad de contar con bancos germoplásmicos específicos para el Trópico Húmedo Ecuatoriano y seleccionar géneros de hongos eficientes destinados a la producción de inoculantes para especies agrícolas y forestales de importancia económica.

**Palabras clave:** Efectividad, Rendimiento, Micorrizas, Maíz, Hongos.

#### ABSTRACT

The effectiveness of mushrooms mycorrhiza was evaluated on the development and yield of corn hard grain (*Zeamays* L.). The present work demonstrated the incidence of the mushrooms about the readiness of nutritious in the cultivation, demonstrating that the different concentrations with more number of spores have an effect on the production. Dispersed information on investigation works in this biofertilizantes class, motivated the collection and classification of this in a technical way, based on the importance of the articles. The efficiency of mushrooms mycorrhiza in the infection radicular and their contribution to improve the quality of plants, they demonstrate the physiologic and ecological benefits exercised by this group of microorganisms. Positive answers exercised by the native mycorrhiza, believe the necessity to have banks specific germoplásmicos for the Ecuadorian Humid Tropic and to select goods of efficient mushrooms dedicated to the inoculantproduction for agricultural and forest species of economic importance.

**Keywords:** Effectiveness, Yield, Mycorrhiza, Corn, Mushrooms..

## VI. REFERENCIA

1. Agri-Biotech. (2005). <http://www.ithec.fr/es/articles/article>. 12 de Julio de 2005. (Último acceso: 12 de Noviembre de 2016).
2. AGRIPAC S.A. (2010). Mixpac, nueva solución para el agro. Revista AGRIPAC DIRECTO, Disponible en [www.agripac.com](http://www.agripac.com).
3. Alvarez, C., Barraco, M., Sciarca, C. (2003). Fertilización fosfatada e inoculación con micorrizas en girasol. <http://agroinoculacion-conlluvia.com/wpncontent/uploads/2010/01/tecnicorreio-fertilizacion-fosfatada-e-inoculacion-con-micorrizas-en-gieasol>. 12 de Enero de 2003. (Último acceso: 12 de marzo de 2017).
4. Arias, F., López, V., Guerrero, P. (2007) Tratamiento de cultivos sin suelo. Revista Horticultura. Ed mundipresa. Ref:4079. p 13-15.
5. Armado, A. (2006). Diversidad microbiana y materia orgánica de suelos. Monografía, Postgrado en Biotecnología de Microorganismos. Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Noviembre, 2006.
6. Bernal, G., Morales, R. (2006). MICORRIZAS: Importancia, Producción e investigación en el Ecuador. Quito: ANCUPA.
7. Bertorelli, B. (2007). Micorrizas y agentes microbianos. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Manual de clase. P 34.
8. Bolleta, A., Rodríguez, C., Kruger, H. (2005). Interacciones entre hongos micorrízicos y estrés hídrico: su efecto sobre el rendimiento de trigo. INTA. Revista Técnica INTA 4(2):28-32.
9. Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk, N. (2006). Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. ACIAR Monograph 32. p 374.
10. CIRAD (Centro de cooperación internacional en investigación agronómica para el desarrollo). (2012). Manejo de previvero de palma aceitera. Disponible en [www.cirad.fr](http://www.cirad.fr). pp 1-9.
11. Curtis, H., Barner, N.(2003). Hongos micorrizas. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/micorriza>. 22 de julio de 2003. (Último acceso: 3 de Noviembre de 2016).

12. Duchicela, J. (2001). Evaluación de uso de endomicorrizas vesiculares (M.V.A.) en la obtención de plántulas de tomate de árbol, TESIS DE GRADO, ESPE Facultad de Ciencias Agrarias. SANGOLQUI -, IMBABURA: Edición personal. pp 10-24.
13. Enriquez, F. (2008). Evaluación de la efectividad de cuatro dosis de micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fosforo en vivero de palmito (*Bactrisgasipaes*, hbk), en la zona de santo domingo de los colorados, Tesis de Maestría en nutrición vegetal. Santo Domingo de los Colorados-Ecuador. pp 8-24.
14. Fankjul, L. (2003). Los hongos micorrízicos en la agricultura mundial. Disponible en: [html.www.phcmexico.com.mx/phcartículos.html](http://html.www.phcmexico.com.mx/phcartículos.html). 15 de Agosto de 2003. (Último acceso: 13 de Enero de 2017).
15. FAO (2011). Core collections of plant genetic resources. Roma, IT, International Plant Genetic Resources Institute. 48 p. (Technical Bulletin no.8).
16. Fernández, F. (2006). El manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible. México.: Inca. 122p.
17. Fontenla, S., Baccala, N. (2001). Ecología de las micorrizas [http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/Ecologia\\_15\\_03\\_tcm7-45576.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/Ecologia_15_03_tcm7-45576.pdf). 3 de Abril de 2001. (Último acceso: 8 de Marzo de 2017).
18. Fredeen, A.L. (1989). Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in Glycine max. *PlantPhysiol.* 89: 225-230.
19. Gosling, P. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculture, ecosystems and environment*, 113:17-35.
20. Harrier, L. A., Watson, C. A.(2003). The role of fungi in sustainable cropping systems. *Advance in Agro-nomy.* 79:186-225.
21. Herrera-Peraza, R., Valdes, A., Torres, R., Furrázola, E. (2008). Study of VA mycorrhizal dependency dynamics for recognizing parasitic and mutualistic strategies of neotropical tree seedlings. (En línea) consultado 13 de Julio del 2017 disponible en: <http://search-pdf-books.com>.
22. Hermard, C., Ilabaca, C., Jeres, G., Sandoval, P. (2002). Uso de micorrizas en cultivos de cereales. Disponible en: <http://www.forestaluchile.cl/curso/fivegf/mico>. 24 de julio de 2002. (Último acceso: 4 de Noviembre de 2016).

23. Hernández, M. I. (2000). Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) [Tesis de Maestría], INCA. 125 p.
24. INIA-ITC. (2006) Desarrollo y adopción de tecnologías para mejorar la competitividad de la actividad cacaotera en el Perú. In memorias de taller regional andino de aplicación tecnológica en el cultivo de cacao. Quito-Ecuador. pp. 58-63.
25. Jiménez, G, Coll, R. (2001). Producción orgánica de cacao en zonas subtropicales de la sierra central. Editorial-Universidad Central del Ecuador. p 240.
26. Llerena, A. (2010). Efecto de la Simbiosis entre (*Bradyrhizobium japonicum*) con micorrizas arbusculares para la mejora de la producción de soya en el litoral ecuatoriano. 1. Guayaquil, Guayas: Imprenta UCSG, 3:2010. 12p.
27. López, C. Barceló, A. (2007). Micorrizas en agricultura moderna. Disponible en: <http://www.encuentros.uma.es/encuentros55/micorrizas>. 4 de Mayo de 2007. (Último acceso: 16 de Enero de 2017).
28. López, M., López de Rojas, I., España, M., Izquierdo, A., Herrera, I. (2007). Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrízicos arbusculares en plantaciones de *Theobroma cacao*. *Agronomía Tropical* 57(1): 31-43.
29. Mark, D. (2007). Rizobacterias y hongos de suelo. Disponible en: <http://www.phcmexico.com.mx/phcrhizobacterias.html>. 19 de Febrero de 2007. (Último acceso: 6 de Abril de 2017).
30. Medina, N. (1994). Evaluación agronómica de diferentes biofertilizantes en la nutrición mineral del Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) En: Resúmenes IX Seminario Científico INCA. 23-27p.
31. Miller, R.M., Jastrow J. D. (2000). Mycorrhizal fungi influence soil structure. En: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function* (Y Kapulnik y D.D. Douds Jr, eds), pp 3-18. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
32. Modjo, H., Hendrix, J., Johnson, W., Rossi, G. (2006). The mycorrhizal fungus *Glomus macrocarpum* as a cause of tobacco stunt disease. *Phytopathology*. (En línea) consultado 17 de julio del 2013, disponible en: <http://search-pdfs.com>.
33. Molina M., Mahecha, L. (2005). Las micorrizas: ventajas y desventajas. <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/193/190>.

- Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 13 de Junio de 2005. (Último acceso: 26 de Marzo de 2017).
34. Montano, N. (2001). Evaluación de cepas de micorrizas en diversos cultivos de la región tropical. Disponible en: <file:///C:/Users/maritza1/Downloads/art337-344.pdf>. UNAM Facultad de Estudios de Postgrado Zaragoza. 20 de Octubre de 2001. (Último acceso: 23 de Marzo de 2017).
  35. Pérez, G. (2012). Fertilizantes y microorganismos en el cultivo de girasol. Disponible en: [http://inta.gob.ar/documentos/fertilizantes-y-microorganismos-en-el-cultivo-de-girasol/at\\_multi\\_download/file/Fertilizantes%20y%20microorganismos%20en%20el%20cultivo%20de%20girasol%20](http://inta.gob.ar/documentos/fertilizantes-y-microorganismos-en-el-cultivo-de-girasol/at_multi_download/file/Fertilizantes%20y%20microorganismos%20en%20el%20cultivo%20de%20girasol%20). 12 de Septiembre de 2012. (Último acceso: 8 de Marzo de 2017).
  36. Pérez, M. E. (2000). Tecnología para la eliminación del bromuro de metilo. Semillero de tabaco con substrato orgánico y uso de medios biológicos. Instituto de investigaciones de Sanidad Vegetal. MINAGRI, p. 16-30.
  37. Read, D.J. (1999). Mycorrhiza: The state of the art. En: Mycorrhiza 2nd. (A. Varma y B. Hock, eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p. 3-34.
  38. Román, F. (2003). Aplicación de vermicomposta y hongos micorrízicos en la producción de planta de aguacate en vivero. Disponible en: [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Francisco%20Roman%20Garcia.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Francisco%20Roman%20Garcia.pdf). Editado por personal. Tesis de Grado Doctoral. 12 de Abril de 2003. (Último acceso: 15 de Febrero de 2017).
  39. Rush, R. (2008). Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizas. *Agric. Ecosystems Environ.* 35:121-150. Disponible en <http://www.fertilefarm.com.au/wp-content/uploads/2009/10/Understanding%20Mycorrhizal%20Fungi.pdf>. Editado por Fertilyfarm. 7 de Marzo de 2008. (Último acceso: 17 de Enero de 2017).
  40. Satorre, E. (2012). Introducción: Los sistemas de producción en posibles escenarios de cambio climático. Módulo 1: Ecofisiología y Genética de Maíz y Soja: Stress de los cultivos y el clima. Nuevos caminos para su manejo. Cátedra de Cereales, Facultad de Agronomía, UBA. 15p.
  41. Sierra, L., Simonne, P., Treadwell, B. (2007). Manejo y rotación de cultivos de cereales, fertilización de los cultivos, Edit MacGraw-Hill, Madrid. pp 32-39.

42. Sieverding, E. (2007). Vesicular-arbuscularmycorrhizal management in tropical agrosystems. Technical Cooperation. Federal Republic of Germany. P. 371, (En línea) consultado el 17 de julio del 2013, disponible en: <http://search-pdf-books.com>
43. Sieverding, E. (1991). Vesicular Arbuscular Mycorrhiza in Tropical Agrosystem. Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, federal Republic of Germany. 371 p.
44. Smith, S.E., Jakobsen I. (2000). Spatial differences in acquisition of soil phosphate between two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Medicago truncatula*. *New Phytologist* 147:357-366.
45. Soleimanzadeh, H. (2012). Spatial differences in acquisition of soil phosphate between two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Medicago truncatula*. Disponible en [http://www.idosi.org/aejaes/jaes12\(3\)12/9.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes12(3)12/9.pdf). [www.waset.org/publications/9232](http://www.waset.org/publications/9232). 12 de Marzo de 2012. (Último acceso: 7 de Febrero de 2017).