 **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Exámen de Grado de carácter Complexivo, presentado a la Unidad de Titulación, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (*Micorrizas* y *Rhizobium*) en el cultivo de soya (*Glycine* *max*)”

**AUTOR:**

Hugo Orlando Delgado Moreno

**ASESOR:**

Ing. Agrp. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019



Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo pertenecen de manera única exclusiva a la autor.

***Hugo Orlando Delgado Moreno***

# AGRADECIMIENTOS

* A Dios, por darme ese sueño diario que se llama vida.
* A mis padres por cada día que me brindaron su apoyo.
* A toda mi familia por permanecer siempre a mi lado.
* A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, personal docente y adminsitrativo, por su ayuda en mi proceso de formación profesional.
* A el Ing. Agrp. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc. tutor de este trabajo por todos concejos.
* Gracias a todos….

**DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va dedicado a Dios , a mis padres Hugo Delgado y Mónica Moreno, a mis Abuelitos Ana Trinidad Aspiazu y Orlando Teodoro delgado a mi tío(a),hermana, esposa Kather Sisalema, hijo Isaac Delgado , que me inspiraron ,me llenaron de consejos y buenos valores, cada uno de aquellos, que de una u otra manera colaboraron en este proyecto de vida.

CONTENIDO

[INTRODUCCIÓN 3](#_Toc532640028)

[CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO 6](#_Toc532640029)

[1.1. Definición del tema caso de estudio 6](#_Toc532640030)

[1.2. Planteamiento del problema 6](#_Toc532640031)

[1.3. Justificación 9](#_Toc532640032)

[1.4. Objetivo 10](#_Toc532640033)

[1.4.1. General 10](#_Toc532640034)

[1.4.2. Específicos 10](#_Toc532640035)

[1.5. Fundamentación teórica 11](#_Toc532640036)

[1.6. Hipótesis 20](#_Toc532640037)

[1.7. Metodología de la investigación 21](#_Toc532640038)

[CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN 21](#_Toc532640039)

[2.1. Situaciones detectadas (hallazgo) 21](#_Toc532640040)

[2.2. Soluciones planteadas 22](#_Toc532640041)

[2.3. Conclusiones 23](#_Toc532640042)

[2.4. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso) 23](#_Toc532640043)

[BIBLIOGRAFÍA 24](#_Toc532640044)

**RESUMEN**

“Análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (*Micorrizas* y *Rhizobium*) en el cultivo de soya (*Glycine* *max*)”

**Autor:**

Hugo Orlando Delgado Moreno

**ASESOR:**

Ing. Agro. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc

En el Ecuador la soya se ha convertido en una de las leguminosas más importante en la dieta de las personas. La explotación de la soya después del arroz y maíz constituye uno de los cultivos de ciclo corto de mayor importancia en el litoral ecuatoriano. Esta leguminosa- oleaginosa se destaca por el contenido de proteína y aceite, muy ampliamente utilizada por la industria de balanceados y aceites. El presente trabajo busca realizar un análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (micorrizas y Rhizobium), así como alternativas que garanticen la sostenibilidad del sistema productivo agrícola en las zonas. Siendo un alimento fundamental en la dieta de las personas su producción ha decaído en los últimos años por el desconocimiento de estos bioestimulante organismos de suelo, ha provocado la pérdida de su potencial productivo, así como la disminución de su productividad, por la pérdida de materia orgánica y de nutrientes. El trabajo se basó en el conjunto de recopilación y compilación documental. En este caso fue necesario el empleo, compendio, lectura, análisis, síntesis y exploración de diversas bibliografías, como: folletos, catálogos, libros, revistas, artículos científicos y páginas web, estas fueron supeditadas a diversas técnicas de trabajo, realizando resúmenes sobre la presencia de estos microorganismos en la producción de soya. El análisis de la investigación da como resultado que la aplicación de microorganismos bioestimulantes aumenta la producción del cultivo de soya también lo protege de ataques de enfermedades y mejora las características del suelo.

**Palabra Clave:** bioestimulantes, materia orgánica, microorganismos, cultivó.

**SUMMARY**

In Ecuador, soy has become one of the most important legumes in the diet of people. The exploitation of soybeans after rice and corn is one of the most important short-cycle crops on the Ecuadorian coast. This legume-oilseed stands out for its protein and oil content, which is widely used by the balanced and oil industry. The present work seeks to perform an analysis of the combination of biostimulating microorganisms (mycorrhizae and Rhizobium), as well as alternatives that guarantee the sustainability of the agricultural production system in the zones. Being a fundamental food in the diet of people, its production has declined in recent years due to ignorance of these biostimulant soil organisms, has caused the loss of their productive potential, as well as the decrease of their productivity, due to the loss of material organic and nutrients. The work was based on the set of compilation and documentary compilation. In this case it was necessary to use, compile, read, analyze, synthesize and explore various bibliographies, such as: brochures, catalogs, books, journals, scientific articles and web pages, these were subject to various work techniques, making summaries about the presence of these microorganisms in the production of soybeans. The analysis of the research results in that the application of biostimulant microorganisms increases the production of the soybean crop also protects it from disease attacks and improves soil characteristics.

 **Keyword:** biostimulants, organic matter, microorganisms, cultivated.

# INTRODUCCIÓN

La explotación de la soya después del arroz y maíz constituye uno de los cultivos de ciclo corto de mayor importancia en el litoral ecuatoriano. Esta leguminosa- oleaginosa se destaca por el contenido de proteína y aceite, muy ampliamente utilizada por la industria de balanceados y aceites.

En la provincia de Los Ríos se siembra durante el periodo seco (generalmente a partir del mes de mayo, aprovechando la humedad remanente de los suelos), más de 40.000 ha, especialmente en las partes bajas de los cantones de Quevedo, Urdaneta, Pueblo Viejo, Vinces, Baba, Babahoyo y Montalvo y también en algunos sectores de los cantones Juján y Simón Bolívar de la provincia del Guayas.

Los rendimientos oscilan entre 1000 a 1800 kg/ha, variación que se debe al uso de la tecnología desarrollada por el cultivo. Los productores que utilizan todo el paquete tecnológico (fechas de siembra, semilla certificada, cero labranzas, distancias de siembra, control de malezas y plagas) obtienen buena producción a diferencia de quienes no la utilizan. Los bajos rendimientos están ligados, especialmente con los pequeños productores (59 % de las UPAs soyeras corresponden a tamaños inferiores a 10 ha); pues estos son los que menos tecnología emplean en la explotación.

 Fuente: Sistema Nacional de estadística agropecuaria-SINAGAP. Disponible www.sinagap.gob.ec

Sin embargo, AGROCALIDAD establece que la soya registra una baja en su producción en los años 2014 y 2015, un poco más de cinco mil toneladas, y vuelve a subir entre el 2016 y 2017.

|  |
| --- |
| **PRODUCCIÓN** |
| AÑO | PRODUCCIÓN TM |
| 2014 | 32.681 |
| 2015 | 27.357 |
| 2016 | 42.476 |
| 2017 | 36.997 |

Según Jorge Avellán, especialista de Productividad Agrícola Sostenible de la Dirección Distrital del MAG, en Los Ríos, la idea es incrementar las mejores variedades para aumentar la producción y que también se amplíe el hectareaje (superficie de siembra) de soya para satisfacer la demanda local, que ahora se cubre con la importación de pasta o torta.

Para Avellán, el trabajo del MAG se ha enfocado en ofrecer asistencia técnica para incrementar la producción de soya. (Producción inestable de soya en el país, 2018)

La productividad de los cultivos está relacionada con los factores que permiten un óptimo crecimiento de las plantas y afectan la salud del suelo. Las prácticas de labranza a través de muchos años pueden destruir su estructura, favoreciendo la erosión hídrica y eólica y la compactación de la capa arable, afectando tanto sus condiciones biológicas, físicas y químicas como su capacidad productiva. Por eso, el manejo apropiado del suelo debe revertir los procesos de degradación, permitiendo aumentar la producción y productividad de los cultivos y mejorando las condiciones del agroecosistema.

Para un desarrollo eficiente de los cultivos y la obtención de una producción máxima se hace necesario que los sistemas agrícolas puedan garantizar una óptima nutrición de los cultivos. Una alternativa para solucionar este problema es aumentar la eficiencia de las plantas para tomar los nutrientes del suelo de tal manera que con menores cantidades de fertilizantes se obtengan cosechas satisfactorias. Una de las formas de aumentar dicha eficiencia es a través de la Micorriza. La incorporación de hongos micorrizógenos ayuda a la planta a mejorar el área radicular para tomar nutrientes del suelo y traslocarlos hacia la planta.

Los microorganismos benéficos juegan un rol fundamental en los agroecosistemas naturalmente sustentables. Algunos de ellos pueden ser utilizados como inoculantes para beneficiar a las plantas, ya que desarrollan actividades que involucran una promoción de su crecimiento y su protección. Las asociaciones de Rhizobium-micorrizas arbusculares (MA) actúan sinérgicamente en los niveles de infección, nutrición mineral y crecimiento de las plantas. Es conocido que el principal efecto de las MA de realzar la actividad de Rhizobium es a través de una estimulación generalizada de la nutrición del hospedante, aunque pueden ocurrir algunos efectos más localizados a nivel de raíz o de nódulo.

Por este motivo la importancia de la realización de la presente investigación, con la cual se encontrará una alternativa para el mejoramiento de la producción de soya.

Basado en la información detallada previamente se plantea el siguiente problema:

¿El uso de microorganismos asociados a la biofertilización en el cultivo de soya, generará incrementos en el rendimiento de grano, aumentando también la sostenibilidad del sistema productivo?

# CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

## Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo busca realizar un análisis de la combinación de microorganismos bioestimulantes (micorrizas y Rhizobium) en el cultivo de soya, con lo cual se identificará la problemática vigente, así como alternativas que garanticen la sostenibilidad del sistema productivo agrícola en las zonas. En este mismo orden el desconocimiento de estos bioestimulante organismos de suelo, ha provocado la pérdida de su potencial productivo, así como la disminución de su productividad, por la pérdida de materia orgánica y de nutrientes, esto debido en su gran mayoría a la actividad humana, es decir, entre los actores locales directos e indirectos involucrados los procesos productivos.

## Planteamiento del problema

El suelo constituye un sistema heterogéneo altamente complejo y dinámico, tanto en el espacio como en el tiempo, que sirve de sustento a una gran variedad de especies vegetales, animales y microbianas. Es un ambiente apropiado para el desarrollo de los microorganismos tanto eucariotas (algas, hongos, protozoos) como procariotas (bacterias y arqueas). Todos estos organismos se relacionan entre ellos en formas muy variadas y complejas, contribuyendo a las características propias del suelo por su papel en la modificación de las fases sólida, líquida y gaseosa que lo conforman.

Numerosos procesos físicos, químicos y biológicos actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer la condición del suelo y las funciones que éste desempeña en beneficio de las plantas, animales y microorganismos que crecen en él (Nogales, 2005).

Dentro de las características biológicas de un suelo se encuentran los microorganismos presentes en él. Las comunidades microbianas del suelo constituyen un componente delicado de la fracción orgánica del suelo, contienen de 1 a 3 % del carbono total y hasta el 5 % del nitrógeno total del suelo y su importancia está asociada al desempeño de funciones de gran significación en relación con procesos de edafogénesis; ciclos biogeoquímicos de elementos como el carbono, el nitrógeno, oxígeno, el azufre, el fósforo, el hierro y otros metales; fertilidad del suelo; degradación de adiciones naturales y sintéticas (como compuestos xenobióticos entre otros) y la formación estructural y estabilización física de los agregados.

El suelo es generalmente un hábitat favorable para la proliferación de microorganismos y en las partículas que lo forman se desarrollan microcolonias. Típicamente en el suelo se encuentran de 106 a 109 bacterias por gramo de suelo. Los microorganismos del suelo comprenden virus, bacterias, Archaeas, hongos, algas y protozoos. La concentración de materia orgánica relativamente alta en el suelo favorece el desarrollo de microorganismos heterótrofos.

Podemos hablar de microorganismos autóctonos y zimogéneos. Por una parte, los autóctonos se caracterizan por tener una actividad microbiológica lenta pero constante, y pueden utilizar las sustancias húmicas refractarias del suelo; en su mayoría son bacilos Gram negativos y actinomicetes (Nogales, 2005).

(Nogales, 2005). Los microorganismos zimógenos, también llamados oportunistas, por lo general son incapaces de utilizar los compuestos húmicos, pero muestran una actividad intensa y un crecimiento rápido sobre sustratos fácilmente utilizables disponibles en forma de manto vegetal, excremento de animales y restos de animales muertos. Estos también se caracterizan por una actividad intermitente, con periodos inactivos. Algunos de los géneros de hongos y bacterias zimógenos son *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Penicilium*, *Aspergillus* y *Mucor*.

Los suelos presentan muchos tipos de microhábitat y en una localización particular pueden darse diferentes situaciones que podrían favorecer diversas poblaciones alóctonas. En los horizontes superficiales del suelo, los microorganismos alóctonos toleran y crecen sobre elevadas concentraciones de nutrientes orgánicos. No es posible describir las características generales de las bacterias alóctonas del suelo, los factores abióticos limitan el tipo de poblaciones bacterianas que se pueden desarrollar.

Los actinomicetes y fijadores biológicos de nitrógeno conforman entre el 10 y el 33 % de las bacterias del suelo, siendo los géneros más abundantes *Azospirillum* y *Rhizobium*; también se encuentran otros géneros poco abundantes como Azotobacter, Actinomyces entre otros muchos más. Los actinomicetos son relativamente resistentes a la desecación y sobreviven en condiciones de sequía en suelos de desiertos. Viven a pH alcalinos o neutros y son sensibles a pH ácido.

La disponibilidad de formas fijadoras de nitrógeno es un importante factor limitante para la actividad microbiana y para el crecimiento de las plantas superiores. Varias bacterias quimiolitotróficas pueden llevar a cabo transformaciones de algunos compuestos inorgánicos que son esenciales para mantener la fertilidad del suelo.

Los hongos constituyen la porción más elevada de la biomasa microbiana del suelo. 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. Es muy difícil, hasta imposible, el cultivo e identificación de algunos hongos del suelo, especialmente los que viven asociados a las raíces de las plantas.

La mayoría de los hongos del suelo son oportunistas (zimógenos). Crecen y llevan a cabo un metabolismo activo en condiciones favorables, humedad y aireación adecuadas, y sustratos utilizables en concentraciones relativamente elevadas. Muchos hongos del suelo metabolizan carbohidratos, como polisacáridos, incluso algunos crecen sobre residuos vegetales.

## Justificación

Como se sabe, los microorganismos del suelo son agentes activos en el reciclado de minerales y en la biodegradación de la materia orgánica. 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.

Los microbiólogos del suelo han intentado profundizar en el conocimiento de las colonias microbianas del suelo, aislando clases únicas basadas en una característica fenotípica clave. Para el estudio de las funciones de los microorganismos en el suelo son necesarios nuevos trabajos, pero en combinación con cultivos de microorganismos en el laboratorio, que permiten estudiar la fisiología de los microorganismos y así poder inferir su función en el ecosistema. Muchos trabajos han sido publicados en los cuales se pretende estudiar la función de diferentes microorganismos en el suelo para cultivos específicos (González et al., 2003).

Al diagnosticar la situación actual de la agricultura industrial se observan limitaciones cada vez más graves en los aspectos socioeconómicos, ambientales y técnicos tales como la producción de alimentos inadecuados para la salud humana, ineficiencia energética e irracionalidad en el uso de los recursos naturales, degradación del ambiente humano y particularmente de los ecosistemas agropecuarios, pérdida de los recursos genéticos de plantas y animales, ineficacia de los métodos de control de plagas y enfermedades agrícolas, altos costos de producción que, unidos a los bajos precios del mercado, empobrecen al sector agropecuario y a los países de economía agrícola, generando que se incremente la degradación ambiental, creciente subordinación de la agricultura al sector industrial de los países subdesarrollados a los industrializados y, particularmente, subordinación a las transnacionales productoras de insumos para la agricultura, tales problemas caracterizan su crisis actual (Altieri y Nichols, 2001).

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. Teniendo la mayor parte de los suelos tropicales poca disponibilidad de P para las plantas, la utilidad de las micorrizas en estas condiciones resulta obvia.

Una de las propiedades del ecosistema es la diversidad, con otra propiedad que es la estabilidad o capacidad para mantenerse el ecosistema en equilibrio estable, otra importante propiedad del ecosistema es la sustentabilidad.

La diversificación es una eficiente estrategia para reducir las dependencias externas y disminuir las vulnerabilidades y riesgos climáticos, comerciales, de plagas y enfermedades, deben convivir explotaciones agrícolas, pecuarias y forestales, porque ninguna de ellas por sí sola puede cumplir las múltiples funciones recién mencionadas.

## Objetivo

### General

Determinar estrategias agroecológicas que contemple las acciones necesarias a desarrollar, para el manejo agroecológico de arvenses que afectan la producción de soya

### Específicos

* Analizar las fuentes de información reportadas sobre el tema.
* Elaborar una fuente de compilación de información base con resultados de trabajos realizados.
* Proponer una estrategia de manejo para las poblaciones de los microrganismos tratados en el ensayo.

## Fundamentación teórica

La soya (*Glycine* *max*), es una de las leguminosas más importante en la dieta de los ecuatorianos por sus múltiples derivados, especialmente en familias de escasos recursos económicos. Los aceites y grasas constituyen un grupo de alimentos altamente energéticos, estos aceites que se acumulan en algunas especies vegetales (oleaginosas) producto de su metabolismo; constituyen reservas de energía para el embrión cuando este empieza su desarrollo. En el Ecuador en los últimos 50 años se ha desarrollado una floreciente industria en torno al aprovechamiento de cultivos herbáceos oleaginosos y leñosos, mismos que comprenden un conjunto variado de especies vegetales de diferentes familias; están caracterizadas por producir frutos y semillas con altos contenidos de aceite (MAG, 2008).

Nato (2008) expresa que los problemas que presenta el cultivo de soya a nivel mundial son: falta de tecnología y técnica modernas para cultivar productos tradicionales y no tradicionales, salvo casos excepcionales, resistencia a usar nuevas técnicas de cultivo, falta de crédito y tasas de interés muy alta en el sector agropecuario, falta de obras de infraestructura como caminos vecinales, control de inundaciones, además problemas de tenencia de tierras por parte de los pequeños productos posesionarios.

La soya que consume en el Ecuador es, en su mayoría, importada debido a los escasos cultivos que existen en el país y a la calidad de la semilla nacional. Por tal motivo, varias instituciones especializadas en estudios agrarios trabajan en la elaboración de nuevas variedades que puedan ganar mercado. Las nuevas variedades deben contar con un potencial de rendimiento superior a los 6000 kilogramos por hectárea. Además, el uso de biofertilizantes que estimulen la producción de la planta y, por ende, aumenten los ingresos económicos de los soyeros, hace necesaria su investigación. Esto es de vital importancia debido al crecimiento del consumo de la torta de soya (producto que ya no contiene aceite), que actualmente se ubica en cerca de 45 mil toneladas mensuales (Durango, Morales y Mite, 2008).

Se define el concepto de micorriza en un sentido amplio, como una simbiosis no necesariamente mutualística, para incluir las relaciones tróficas de hongos micorrícicos con plantas "inferiores" y plantas aclorofílicas. Se realiza una revisión bibliográfica sobre el origen y diversificación de las micorrizas. Se evidencia el carácter pionero de la micorriza arbuscular formada por los Glomeromycota y se resalta su importancia en el proceso de "terrestrialización". Se comenta la formación cronológica de los restantes tipos de micorrizas. Se denota la evolución independiente y recurrente de las ectomicorrizas, formadas por Basidiomycota y Ascomycota inicialmente saprófitos, que sugiere una versatilidad en las estrategias nutricionales de estos hongos, como respuesta adaptativa a los cambios ambientales.

Similares respuestas debieron ser la causa del origen de las singulares micorrizas ericoides, arbutoides y heliantemoides. Se expone la particular relación trófica entre plantas aclorofílicas como Monotropa o de orquídeas en sus fases hetrotróficas con sus hongos simbiontes. Finalmente, se comenta la reciente evolución de sistemas radicales micotróficamente independientes (Honrubia, 2009).

Los hongos (MA), han co-evolucionado junto a las plantas terrestres desde el período Ordovícico (desde hace 460 millones de años), a propósito, esta simbiosis se presenta en más del 70 % de las familias de plantas vasculares. Se les puede hallar tanto en bosques boreales, como en desiertos; desde las altas montañas, hasta en llanuras inundables, así como en dunas costeras y humedales. A menudo, nos encontramos que unos pocos gramos de suelo son suficientes para encontrar desde cientos a miles de esporas y varios kilómetros de hifas o micelio de hongos (MA). En suelos poco conservados, como los agrícolas, llegan a alcanzar aproximadamente la mitad de la biomasa total de los microorganismos (Fernandez, 2009)..

Los hongos (MA) interactúan simbióticamente con cerca del 90 % de las plantas terrestres formando diferentes tipos de asociaciones micorrícicas y, aunque el número total de hongos del suelo involucrados en esta simbiosis es desconocido, han beneficiado muchas especies importantes en agricultura, como el maíz, al incrementar su adaptación a diferentes ambientes y con efectos positivos sobre la productividad del sistema. La relación simbiótica entre hongos MA y raíces de la mayoría de las plantas es benéfica ya que el hongo coloniza la corteza de la raíz para obtener carbono a partir de la planta hospedera, mientras le ayuda a la planta a tomar fósforo y otros nutrientes minerales del suelo (Serralde y Ramírez, 2004). .

En los últimos años ha despertado interés las interacciones entre plantas y hongos, especialmente (MA). Las micorrizas representan las asociaciones simbióticas entre las plantas y hongos basada sobre el intercambio de metabolitos y nutrientes. Más del 95 % de las plantas embriofitas son capaces de formas simbiosis con micorrizas. Tanto los hongos como las plantas tienen distribución universal, presentándose de esta manera ecotipos adaptados a condiciones diversas y extremas. Es de señalar que las plantas y las micorrizas tienen un origen común (Pérez, Rojas y Montes, 2011).

Así mismo menciona que las (MA) están ampliamente distribuidas en condiciones naturales, se encuentran en todos los continentes, excepto en la Antártida; se dan en todos los suelos, incluyendo los de minas abandonadas, suelos agrícolas, suelos de pantanos y en hábitat acuáticos. Los suelos poseen naturalmente una diversidad de especies de micorrizas, que pueden colonizar las raíces de la mayoría de las plantas cultivadas, independientemente de las condiciones ambientales, mejorando así el suministro de nutrientes, crecimiento y producción de las plantas hospederas especialmente en condiciones de nutrientes deficientes.

Existe una amplia gama de interrelaciones entre especies de microorganismos en los ecosistemas, tales como sinérgicas, antagónicas, de competencia física y bioquímica, moduladas por múltiples y complejos factores bióticos y abióticos. En la rizósfera, uno de los principales sitios donde se presentan microorganismos, específicamente funcionales, como fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores del crecimiento vegetal, biocontroladores y especies patogénicas, normalmente, compiten por espacio y por nutrientes. Estas interrelaciones entre microorganismos inciden en la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente y repercuten, de forma directa, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales. Microorganismos rizosféricos, como los hongos formadores de micorrizas arbusculares (AMF), hongos del género *Trichoderma* y bacterias del género Pseudomonas, usualmente, catalogados como agentes de control biológico (BCA) y microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM), dependen de los factores mencionados para expresar sus potenciales efectos benéficos (Cano, 2011).

Sin embargo, los mismos autores manifiestan, en la interacción de estos tres tipos de microorganismos, se pueden presentar efectos sinérgicos, que potencialicen los beneficios o, por el contrario, efectos antagónicos o simplemente que no ocurra ningún efecto en el crecimiento y en el desarrollo de las plantas. De acuerdo a lo anterior, el propósito de esta revisión es brindar información que permita comprender algunas de las interacciones entre microorganismos y, de esta manera, lograr dilucidar la aplicabilidad de la co-inoculación de BCA y PGPM de diferentes especies, con un objetivo común, el control o la regulación biológica de fitopatógenos y, como efecto conjunto y paralelo, la estimulación del crecimiento vegetal.

Las (MA) se encuentran en la mayoría de las plantas de interés agrícola. Estos organismos juegan un papel importante en el mantenimiento y estabilidad del agroecosistema contribuyendo a la fertilidad, estructura y biodiversidad del suelo. También tienen un efecto en el desarrollo y sanidad de la planta, así como en la protección contra enfermedades y en la tolerancia y acumulación de metales pesados. El manejo apropiado del complejo suelo/planta/micorriza es una promesa biotecnológica para obtener a largo plazo un agroecosistema productivo y estable, lo que se denomina sistema sustentable. En esta revisión se destacan algunos aspectos relacionados con el potencial de los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) para el control de las enfermedades de las plantas y la fitorremediación de metales pesados en suelos contaminados (Carreón, Gómez y Martínez, 2008).

Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos. Muchos de los estudios realizados sobre los ecosistemas terrestres se han basado en las relaciones de facilitación y competencia entre plantas como moldeadoras del ecosistema terrestre. Sin embargo, en los últimos años se ha reconocido el importante papel que juegan los organismos que viven en el suelo y que interaccionan directa o indirectamente con la comunidad vegetal. Entre ellos destacan por su abundancia e importancia los hongos (HMA). Una micorriza es la relación simbiótica entre un hongo formador de micorrizas y las raíces de una planta. Generalmente, la relación que se establece entre el HMA y la planta es mutualista, de manera que se favorece un intercambio bidireccional de nutrientes y de carbono. Sin embargo, variaciones en los factores ambientales externos pueden modular esta interacción pasando a ser comensalista o incluso parásita (Martínez y Pugnaire, 2009).

De la misma manera los HMA generan un micelio externo que comunica entre sí algunas de las plantas que componen la comunidad vegetal, creando una red de relaciones complejas que influyen de manera decisiva en la diversidad y composición de las comunidades vegetales e incluso en algunos casos, pueden determinar el éxito o fracaso de la invasión por plantas exóticas. En ecosistemas con condiciones climáticas adversas, como es el caso de los ecosistemas áridos y semiáridos, estos hongos cobran especial importancia ya que mejoran el establecimiento de algunas plántulas y las ayudan a superar las condiciones de estrés, aumentando la captación de nutrientes y agua. Gracias a la aplicación de herramientas de análisis molecular, se está profundizando en el estudio de la ecología de los HMA, desvelando la gran diversidad de especies existentes y los factores que influyen en su distribución espacial. La diversidad de especies de HMA está relacionada con una alta diversidad funcional que regula en gran medida las interacciones entre las comunidades de HMA y de plantas.

Hernandez y Chailloux (2004) en su investigación seleccionaron cepas de micorrizas arbusculares y rizobacterias más eficientes para el cultivo de tomate, así como las mejores combinaciones. Para ello se evaluó el efecto de los biofertilizantes seleccionados y la fertilización mineral en el rendimiento del cultivo, sus componentes y el estado nutricional de la planta. El mejor comportamiento se obtuvo con la inoculación de las cepas *Glomus mosseae, G. fasciculatum, Azospirillum brasilense, Azotobacter chroococcum, G. mosseae + Pseudomonas fluorescens y G. mosseae + A. brasilense*. Tambien se observó que el rendimiento y sus componentes se beneficiaron con la aplicación de nive les óptimos de fertilizantes, mientras que para los tratamientos inoculados los mayores valores correspondieron a *G. mosseae, G. mosseae + P. flourescens y G. mosseae + A. brasilense,* combinadas con el 50 % de la fertilización nitrogenada. Los HFMA y su coinoculación con bacterias rizosféricas influyeron de manera positiva en la absorción de nitrógeno y fósforo.

Camargo *et al.* (2012) desarrollaron en una investigación los aspectos más relevantes sobre el origen, clasificación, distribución y beneficios de la micorriza, así como aquellos referentes a su estudio en México. Asimismo, se destaca la importancia biológica y ecológica de la asociación micorrícica en los ecosistemas, en particular como una forma de interconexión entre las raíces de las plantas, aspecto que, en conjunto con su papel en los ciclos de los nutrimentos del suelo y en otras funciones dentro de los ecosistemas, no se ha entendido completamente, por lo que se requiere de más estudios al respecto.

La presencia de micorrizas arbusculares en la vegetación de la Amazonia mejora la nutrición de las plantas en suelos de baja fertilidad. El trabajo evaluó la presencia natural de hongos micorrícicos de tipo arbuscular (HMA) en suelos ácidos de textura franco-arcillosa a arcillosa del sur de la Amazonia colombiana, a dos profundidades diferentes. Fue estudiada la presencia de HMA (riqueza y abundancia de esporas) relacionado con la acidez, la capacidad de intercambio catiónico, el carbono orgánico, el fósforo total, las fracciones de fósforo soluble y fijado al aluminio, hierro y calcio, y el ADN total del suelo. Se detectaron diferencias significativas, en el contenido de ADN total y el número de esporas respecto a la profundidad de muestreo. El pH presentó un efecto significativo sobre el contenido de ADN y el número de esporas de HMA. El contenido de ADN en el suelo se vio afectado por las concentraciones de fosfatos de aluminio, mientras la esporulación de HMA fue afectada por las concentraciones de fosfatos de hierro del suelo. Así, el número de esporas de HMA en suelos de la Amazonia se ve afectada por la profundidad, el pH y por el tipo de fosfatos minerales presentes (Peña *et al.*, 2007).

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas de diversos tipos que se establecen entre ciertos hongos del suelo y las raíces de una planta. De entre estas asociaciones destacan por su ubicuidad las endomicorrizas o micorrizas arbusculares, aparentemente las más comunes en la naturaleza, ya que ocurren en la mayoría de los suelos y en el 90% de las familias de plantas de la tierra. La ubicación taxonómica de los hongos endomicorrízicos ha evolucionado recientemente a partir de consideraciones basadas en la revisión de esporas fósiles, las relaciones entre las diferentes categorías de los hongos actuales, su morfología y su comportamiento fisiológico. La importancia de las endomicorrizas ha aumentado en la última década debido a numerosos reportes de efectos benéficos sobre las plantas, que van desde incrementos en la absorción de nutrimentos en el suelo, su influencia sobre las relaciones hídricas y la protección contra agentes patógenos, hasta el importante papel ecológico que estas asociaciones parecen jugar en la sucesión de especies en las comunidades vegetales naturales (Aguilera *et al.*, 2007).

Corbera y Nápoles (2013) en su investigación que busco evaluar el efecto de la inoculación combinada de *Bradyrhizobium* *elkanii* y una cepa de hongos micorrícicos arbusculares, así como la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal, sobre el crecimiento y rendimiento del cultivar de soya INCAsoy-27, sembrada en época de verano. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento, que consistieron en la inoculación de los microorganismos, en sus formas simples y combinadas y la aplicación por dos vías del bioestimulador del crecimiento vegetal a los tratamientos anteriormente señalados. Además, se evaluaron tratamientos controles con fertilización mineral. Los resultados mostraron un efecto positivo de la coinoculación de ambos biofertilizantes sobre el crecimiento y rendimiento del cultivar de soya estudiado, con un incremento del rendimiento entre 27, 22 y 29,75 %.

Así mismo se lograron incrementos ligeramente superiores con la aplicación a dicho tratamiento del bioestimulador del crecimiento vegetal, sin diferencias estadísticas entre ellos, los que oscilaron entre 38,61 y 44,94 % en dependencia de la forma de aplicación de este producto. Las aplicaciones del bioestimulador generalmente produjeron un crecimiento y rendimiento del cultivo superior a sus controles, donde no fue aplicado, con incrementos en la producción entre 6,21 y 23,20 % de acuerdo al tratamiento evaluado, demostrando su efectividad en la estimulación del crecimiento vegetal para condiciones de campo.

Corbera y Nápoles (2010) en su estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la inoculación combinada de *Bradyrhizobium* *elkanii y* hongos micorrícicos arbusculares, junto con la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal, sobre la respuesta del cultivar de soyaINCAsoy-24. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas por tratamiento, Los resultados del estudio mostraron un efecto positivo de la inoculación conjunta de ambos biofertilizantes sobre el crecimiento y rendimiento de este cultivar de soya, con incrementos de 31,2 %, lo que corroboró los efectos sinérgicos y beneficiosos de la inoculación *Bradyrhizobium* *elkanii* hongos micorrízicos arbusculares en este cultivo.

Además los incrementos fueron ligeramente superiores con la aplicación a dicho tratamiento del estimulador del crecimiento vegetal, sin diferencias significativas con este, tanto recubriendo las semillas como con la aplicación foliar, con valores alrededor de 37,6 y 34,4 % respectivamente. Los tratamientos donde se aplicó el bioestimulante produjeron rendimientos superiores a sus controles donde no se aplicó el producto, obteniéndose incrementos en la producción entre 2,44 y 14,91 %, de acuerdo al tratamiento evaluado, demostrando su efectividad en la estimulación del crecimiento vegetal.

Corbera y Nápoles (2011) en un experimento en condiciones de campo, con el objetivo de evaluar el efecto de la inoculación combinada de *Bradyrhizobium* *elkanii* y una cepa de hongos MA, así como de la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal, sobre el rendimiento del cultivar de soya INCAsoy-24, sembrada en época de primavera. Se empleo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Los resultados mostraron un efecto positivo de la coinoculación de ambos biofertilizantes sobre el rendimiento del cultivar, con un incremento del rendimiento de 43,06 %, lo que demuestra los efectos sinérgicos de la aplicación conjunta *Bradyrhizobium* *elkanii* + micorrízas arbusculares en este cultivo. Los incrementos fueron ligeramente superiores con la aplicación a dicho tratamiento, los valores del incremento oscilaron entre 50,69 % y 55,56 % respectivamente. Los tratamientos aplicados con bioestimulante produjeron rendimientos superiores a sus controles donde no se aplicó el producto, obteniéndose incrementos en la producción entre 1,45 % y 25,00 %, demostrándose efectividad de este en la estimulación del crecimiento vegetal.

Nápoles, Martínez y Velazco (2003) indican que la inoculación de la soya con rizobios, como muchas otras leguminosas, no siempre resulta exitosa, por lo que la carencia de nitrógeno redundará en cultivos con muy bajos rendimientos. Numerosos factores influyen en el fracaso de esta interacción, pero la producción de factores de nodulación por la bacteria constituye una clave importante en el éxito de esta simbiosis. En este trabajo se determinó el efecto de diferentes compuestos y medios de cultivo sobre la capacidad de nodulación de la soya. Mediante experimentos de nodulación y cromatografías se demostró el poder inductor de la semilla de soya. Se diseñó y mejoró un nuevo medio de cultivo para la cepa ICA 8001. Se demostró que elementos hidrosolubles de la semilla de soya pueden actuar como inductores. Los experimentos de campo permitieron validar la superioridad del nuevo medio de cultivo sobre la nodulación los rendimientos del cultivo de la soya.

La eficiencia de la fijación biológica del nitrógeno está condicionada por diversos factores, fundamentalmente por el papel que desempeña cada uno de los participantes en esta interacción: el suelo, la planta y el microorganismo. En este trabajo evaluara el efecto que ejercen algunos factores del suelo como el pH, contenido de fósforo disponible, contenido de materia orgánica, nitratos y población de *Bradyrhizobium*, así como dos inoculantes sobre el rendimiento del cultivo de soya en diferentes regiones de Argentina. Nápoles, Martínez y Velazco (2003)

El análisis de los factores demostró que, aunque todos inciden, solo el pH, la población de *Bradyrhizobium* existente en los suelos estudiados y la calidad del inoculante empleado ejercen un efecto significativo sobre el rendimiento. Las plantas crecidas sobre suelos con pH ácido y una escasa población de bacterias, que fueron inoculadas con un biopreparado inducido, mostraron mayores rendimientos (Nápoles *et al.*, 2009).

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 (Colina, 2016).

## Hipótesis

Ho: El empleo de *Rhizobium* en conjunto con micorrizas en los sistemas de producción de soya, no generan una alternativa sostenible en el cultivo, manteniendo el recurso suelo.

Ha: El empleo de *Rhizobium* en conjunto con micorrizas en los sistemas de producción de soya, no generan una alternativa sostenible en el cultivo, manteniendo el recurso suelo.

## Metodología de la investigación

El trabajo se basó en el conjunto de recopilación y compilación documental. En este caso fue necesario el empleo, compendio, lectura, análisis, síntesis y exploración de diversas bibliografías, como: folletos, catálogos, libros, revistas, artículos científicos y páginas web, estas fueron supeditadas a diversas técnicas de trabajo, realizando resúmenes sobre la presencia de estos microrganismos en la producción de soya.

#

# CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

## 2.1. Situaciones detectadas

Las diferencias presentadas por el uso de microrganismos en el cultivo de soya, genera una diferencia en el sistema de producción, en donde la contante aplicación hace que las poblaciones de estos aumente, generando mayor incremento. El manejo biológico en fertilización necesita menor cantidad de insumos para realizar una producción sostenible con relación a la convencional en el cual el aporte externo de insumos es mucho mayor para mantener económicamente viable el diseño productivo.

Todas las especies aplicadas y reportadas tienen gran importancia desde el punto de orientación ecológico, ya que los mismos aparte de disminuir el costo en el uso de fertilizantes son una alternativa para hacer una producción más limpia y mejorar los procesos sustentables. Estos resultados muestran que la solución a los problemas que determinan la sostenibilidad de la producción de soya con el uso de biofertilizantes no debe basarse en los principios de la agricultura de altos insumos.

Los suelos se caracterizan por cumplir un rol importante dentro del proceso de regulación y almacenamiento de microorganismos, así como otro elementos existente en ellos, sin embargo aún se desconocen procesos que tienen lugar a nivel del suelo, ocasionando que este desconocimiento lleve a muchas personas y organizaciones a alterar éstos ecosistemas, ya sea para usarlos en la producción agropecuaria o forestal, las mismas que provocan una pérdida en la producción primaria (materia orgánica) por la alteración de la cobertura vegetal original.

Es precisamente por la carencia de estudios concretos que se considera la realización de más investigación y la determinación de las especies y su potencial, donde se pretende encontrar el cambio en el uso del cultivo y de la producción de este.

En la información estudiada se identificó baja población de microrganismo presentes, así que el uso de biofertilizantes esta supeditado a la aplicación de estos previo a la siembra o conjunto ha ella.

La idea consiste en desarrollar agroecosistemas con dependencia mínima de agroquímicos e insumos energéticos, mediante la conformación de sistemas agrícolas complejos, en los que las interacciones ecológicas y las sinergias entre los componentes biológicos proporcionen los mecanismos para que los sistemas agroecológicos subsidien su propia fertilidad del suelo y productividad, así como la protección de cultivos.

## 2.2. Soluciones planteadas

Existen microorganismos con efecto benéfico sobre las plantas, los cuales tienen un potencial considerable como biofertilizantes y como agentes de biocontrol. Pueden distinguirse tres grandes grupos: 1) fijadores de nitrógeno; 2) hongos micorrízicos y 3) rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Estas últimas son bacterias de vida libre del suelo que se localizan muy cerca de las raíces de las plantas y que tienen un efecto benéfico sobre el crecimiento de las mismas. Su acción sobre el crecimiento y desarrollo lo ejercen por diferentes mecanismos entre los que podemos citar: la fijación biológica de nitrógeno, la solubilización de fosfato, la producción de quelatos de hierro sideróforos), de fitohormonas, de antibióticos, entre otros.

El sistema de siembra tipo monocultivo que modifica desfavorablemente el medio ambiente potenciando la presencia de plagas y enfermedades, las mismas que para ser controladas necesitan de tecnologías en la que se incluye el uso de insumos químicos.

En la agricultura, el uso de biofertilización tiene un gran potencial debido a que me mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, facilitando el crecimiento de las plantas y otros microorganismos del suelo, así mismo favorecen a la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

##

## 2.3. Conclusiones

Se encontró asociación directa del cultivo con la diversidad biogenética, de los microrganismos como micorrizas y Rhizobium en diferentes géneros. Esto hace que el monocultivo manejado actualmente, disminuya la biodiversidad y prevalencia de pisos de vida.

A raíz de esta constatación, desde hace algunas décadas se viene desarrollando información esporádica a través de investigación que en muchos casos han obtenido objetivos parciales, buscando establecer las bases de una ciencia del desarrollo agrícola.

Los problemas encontrados en los intentos de transferencia de tecnología y de manera general en los proyectos de desarrollo agrícola tienen que incitamos a analizar más detenidamente las prácticas campesinas, sus razones de ser y sus consecuencias.

En efecto, no había tomado en cuenta la existencia de interrelaciones funcionales entre los diferentes sistemas de producción. Como a menudo estas interrelaciones son relaciones de interdependencias, un cambio en el funcionamiento de un sistema de producción puede tener repercusiones importantes sobre el funcionamiento de los otros sistemas de producción existentes. **2.4. Recomendaciones**

1. Las poblaciones de microrganismos presentes en el recurso suelo, son bajas por lo que la inoculación y reinoculación de los mismos es fundamental en le desarrollo del cultivo.
2. El manejo del cultivo se plantea estar sujeto a un manejo integrado de la fertilización y nutrición de este, utilizando las prácticas aplicación antes y después de la siembra del cultivo. Practicas artesanales de fertilización podrían servir para la nutrición de este.
3. Adaptar el cultivo de acuerdo a las condiciones y la cantidad de nutrientes presentes en el suelo.
4. Buena nutrición vegetal armónica, para obtener plantas fuertes, vigorosas de buen crecimiento a través de biofertilización adicional.
5. Métodos apropiados de cultivos; buen manejo integral del cultivo durante su ciclo productivo, preparación de suelo, densidad de siembra, nutrición, labores culturales.
6. Aprovechamiento directo de recursos propios del suelo a través de la multiplicación de biofertilizantes autóctonos.
7. Preparados minerales y botánicos; abonos líquidos, caldos, infusiones y macerados a base de hierbas.

#

# BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M., Nichols, C. (2001). *Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación*. Universidad de Berkeley, California, 5 pág.
2. Aguilera, L., Olalde, V., Arriaga, R., Contreras, R. (2007). *Micorrizas arbusculares*. Ciencia ergo sum, Vol. 14-3, noviembre 2007-febrero 2008.
3. Biblioteca del campo. (1997).  *Aparición de la Roya Asiática de la Soja (Phakopsora pachyrhizi) en el Sudeste Bonaerense*. Informe Técnico de campo. Anuario 3. 24p.
4. Camargo, S., Montaño, N., Mera, C., Montaño, S. (2012). *Micorrizas: una gran unión debajo del suelo*. Revista Unam. vol.13:7/art72.
5. Cano, M. (2011). interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* *spp*. y *Pseudomonas* *spp*. una revisión. Artículo Técnico. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2): 15 - 31, 2011.
6. Carreón, Y., Gómez, N., Martínez, M. (2008). *Las micorrizas arbusculares en la protección vegetal*. Biológicas, No. 10, pp. 60-70, 2008.
7. Colina, E. (2016). E*fectos de la aplicación de las micorrizas en sistemas de producción en el cultivo de cacao nacional, en la zona de febres-cordero, provincia de Los Ríos.* Tesis de Magister, Universidad Agraria del Ecuador. 103p.
8. Corbera, J., Nápoles, M. (2013). *Efecto de la inoculación conjunta Bradyrhizobium elkanii-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (Glycine max (L.) Merrill), cultivar INCASOY-27.* Cultivos Tropicales. Vol 34:2. La Habana abr.-jun. 2013.
9. Corbera, J., Nápoles, M. (2011). E*valuación de la inoculación conjunta Bradyrhizobium japonicum – hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya, cultivada en época de primavera.* Cultivos Tropicales. Vol 32:4. La Habana oct.-dic. 2011
10. Corbera, J., Nápoles, M. (2010). E*valuación de la inoculación conjunta Bradyrhizobium elkanii-hongos micorrícicos arbusculares y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya cultivadaen época de invierno.* Cultivos Tropicales, 2010, vol. 31, no. 4, p. 43-50
11. Durango, W. Morales, R. Mite, F. (2008). *Manejo de biofertilizantes y estimulantes en el cultivo de soya, en la zona subcentral del litoral ecuatoriano*. Memorias Congreso XI Nacional Ciencias del Suelo. pp 34-36.
12. Fernández, R. (2009). *Las Micorrizas: Desenterrando un Tesoro.* Instituto de Ecología y Sistemática. 12:14:35.
13. González, F., Griecco, G., Casaretto, E., Carbo, A., Peixoto, L., Castro, S., Pérez, E., Labandera, C, Martínez-Drets, G. (2003). *Caracterización simbiótica y molecular de cepas nativas de Sinorhizobium meliloti*. Act. de Bioquím. y Biol. Mol. Vol. II. 2das Jornadas de Bioquímica y Biología Molecular, SBBM. Instituto Clemente Estable, Montevideo, Uruguay. P. 40.
14. Hernandez, M., Chailloux, M. (2004). L*as micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como alternativa a la nutrición mineral del tomate*. Cultivos Tropicales, 2004, vol. 25, no. 2, p.
15. Honrubia, M. (2009). *Las micorrizas una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años*. Anales del Jardín Botánico de Madrid, ISSN 0211-1322, Vol. 66, Nº Extra 1, 2009, págs. 133-144.
16. MAG. (2009). *Oleaginosas y Aceites*. Recuperado el 9 de abril de 2019 http://www.sica. gov.ec/cadenas/aceites/docs/ANALISIS.htm
17. Martínez, L.B., Pugnaire, F.I. (2009). *Interacciones entre las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. Algunos ejemplos en los ecosistemas semiáridos.* Ecosistemas 18(2):44-54.
18. Nápoles, M., Cabrera, J., Varela, C., Gonzales, G. Nogueras, F., Cricco, J., Guevara, C., Meira, C. (2009). *Influencia de inoculantes y factores edáficos en el rendimiento de la soya*. Cultivos Tropicales. V 30:3. La Habana jul.-sep. 2009
19. Nápoles, M., Martínez, J., Velazco., A. (2003). *Inducción de la nodulación en soya (Glycine max (L.) Merrill) por Bradyrhizobium sp. Influencia del medio de cultivo*. AGRIS International Information system for The Agricultural Science and Technology. 25p.
20. Nato, V. (2008). *Estudio y comportamiento de cultivares de soja en la región central de la pampa argentina*. INTA. Anuario Científico. 84p.
21. Nogales B. (2005). *La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg*. Ecosistemas. 2005/2.
22. Peña, C., Cardona, G., Arguelles, J., Arcos, A. (2007). *Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo*. Acta Amaz. vol.37 no.3. Manaus, 2007. http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672007000300003
23. Pérez, A., Rojas, J., Montes, D. (2011). *Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano*. Rev. Colombiana cienc. Anim. 3(2).2011.
24. Serralde, A., Ramirez, M. (2004). Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zea* *mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómicos. Revista Corpoica. Vol 5:1:10. 2004.