



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado a la Unidad de Titulación, como requisito previo para la obtención
del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Dinámica poblacional de hongos micorrízicos en suelos arroceros, afectados
por inundación en la zona de Babahoyo”

AUTOR:

Miguel Darío Bustos Alvarado

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2019

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Objetivo general.....	3
1.1.1.	Objetivos específicos.....	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
III.	PREGUNTAS ORIENTADAS.....	5
3.1.1	Pregunta de investigación.....	5
IV.	FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA.....	6
4.1.	Generalidades.....	6
4.2.	Influencia del agua sobre microorganismos.....	6
4.3.	Definición de micorriza.....	6
4.4.	Descubrimiento de los hongos micorrizicos.....	7
4.5.	Clasificación de las micorrizas.....	7
4.6.	Condiciones ambientales.....	8
4.7.	Beneficios de las micorrizas.....	9
4.8.	Formación de una micorriza.....	11
4.9.	Colonización de hongos micorrízicos.....	11
4.10.	Influencia de las micorrizas en el cultivo de arroz.....	12
V.	METODOLOGÍA.....	15
5.1.	Ubicación y Descripción del trabajo.....	15
5.2.	Métodos.....	15
5.2.1	Evaluación de la información.....	15
VI.	SITUACIÓN ENCONTRADAS.....	16
VII.	SOLUCIONES PLANTEADAS.....	17
VIII.	CONCLUSIONES.....	18
IX.	RECOMENDACIONES.....	19
X.	RESUMEN.....	20
XI.	ABSTRACT.....	21
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	22
XIII.	ANEXOS.....	26

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, salud y fuerzas necesarias para salir adelante.

A mis padres y hermanos por todos sus sacrificios y esfuerzos que hicieron para poder seguir con mi carrera universitaria.

A mis amigos y parientes por sus sabios consejos, recomendaciones, y por ser ese sendero de paciencia en todo este camino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi padre celestial, quien me brinda salud cada día de mi vida.

A mis padres Mariana Alvarado y Miguel Bustos quienes fueron mi fuente de apoyo en toda mi vida.

A mis amigos y demás familiares por el apoyo incondicional.

A todos mis excelentes maestros de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, por sus conocimientos, experiencia y lecciones que me brindaron en las aulas de clases y fuera de ellas.

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es una gramínea, cuya semilla procesada constituye la base alimentaria de más de un tercio de la población mundial, y es considerado el segundo cereal más producido en el mundo después del maíz. Su importancia radica en su gran aporte calórico y su contenido de almidón, entre otras bondades nutricionales. En la actualidad se cultiva en 113 países con un nivel de producción de 481,5 millones de toneladas. En la región, el principal productor es Brasil con el 33 %, el segundo país es Estados Unidos con el 26 %, en tercer lugar se encuentran Perú y Colombia que abarcan un 8% de participación, y en menor proporción, Ecuador, Argentina, Venezuela y Uruguay que producen cerca del 3,5 % cada uno (Bernardi, 2018).

En Ecuador, este cultivo es uno de los más extensos, ya que ocupa la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país. El rendimiento nacional del cultivo de arroz en cáscara (20 % de humedad y 5 % de impureza) para el tercer periodo 2018 fue de 6,16 t/ha. La provincia con mayor rendimiento fue Guayas con 6,38 t/ha, seguida por Los Ríos con 4,71 t/ha. Los cantones que registraron los mejores rendimientos, considerando la representatividad por superficie en la provincia, y los rendimientos superiores al promedio nacional, fueron: Daule, Santa Lucía, Vernaza (Salitre) en la provincia de Guayas; el cantón Sucre en Manabí; y Zapotillo en Loja (MAG, 2019).

La provincia de Los Ríos es una de las zonas de mayor producción de esta gramínea, y en los últimos años ha sido afectada por un aumento del nivel de las fuentes de agua (ríos, esteros, entre otros), lo que ha ocasionado un sinnúmero de inundaciones en la etapa lluviosa “secano”, esto ha generado el arrastre de materiales de diferentes lugares a las zonas de producción de arroz, creando un nuevo ambiente para los microorganismos, por tal razón algunas poblaciones de estos organismos se han adaptado a las nuevas condiciones y otros han desaparecido, constituyendo este uno de los factores que contribuyen a la disminución en la producción de esta gramínea (Ocles, 2018).

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas entre las raíces de las plantas terrestres y ciertos hongos del suelo. Esta asociación brinda beneficios satisfactorios hacia las plantas, al crear el ambiente adecuado para la absorción de nutrimentos, mediante el aumento de disponibilidad de nutrientes, principalmente de aquellos que son de baja

movilidad en el suelo. La característica principal que contribuye a este beneficio, es la prolongación del micelio del hongo, que ayuda a incrementar el volumen de suelo explorable y por ende aprovechar con mayor facilidad las soluciones nutricionales que se encuentran en el suelo (Muerza, 2006).

Entre otros beneficios de las micorrizas se encuentra la protección de las plantas frente al daño de microorganismos patógenos, ya que estos hongos compiten por espacios con microorganismos que son dañinos hacia los vegetales, sin embargo, no solo las plantas son beneficiadas por este tipo de simbiosis, sino también los propios hongos al recibir los contenidos de hidratos de carbono, que son desechados por las plantas al realizar su actividad fotosintética (Ibañez, 2012).

En plantas acuáticas se ha encontrado asociación micorrícica, a excepción de aquellas pertenecientes a las familias Cyperaceae y Juancaceae, sin embargo, los efectos del exceso de agua de los suelos sobre hongos formadores de micorrizas, no han sido evaluados ampliamente. Algunas especies de plantas de zonas húmedas no presentan micorrización en épocas húmedas, pero pueden ser colonizadas en épocas secas. Estudios comparativos han mostrado mayores tasas de colonización en suelos húmedos que en suelos muy secos o inundados, aunque el número de esporas no se reduce bajo condiciones de inundaciones largas, indicando que el efecto de la inundación puede afectar más al hospedero que a las micorrizas (Perez *et al*, 2018).

En el cultivo de arroz son múltiples los beneficios que son capaces de ocasionar las micorrizas, por lo que es necesario conocer las características de las mismas, los beneficios que producen su simbiosis, su mecanismo de acción sobre la absorción de sustancias del suelo, entre otros.

1.1. Objetivo general

Conocer la importancia de la dinámica poblacional de hongos micorrízicos en suelos arroceros.

1.1.1. Objetivos específicos

- Describir las características funcionales y beneficios de los hongos micorrízicos sobre el cultivo de arroz
- Detallar de forma documental el efecto de las láminas de agua sobre las poblaciones de estos hongos en el suelo
- Identificar formas de manejo sostenible de población de hongos micorrízicos

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los suelos de producción del cultivo de arroz en el litoral ecuatoriano, en los últimos años han sido afectados por diversos factores naturales, uno de las principales ha sido el incremento de corrientes de agua, lo que ha generado inundaciones por largos periodos de tiempo en diferentes zonas. Babahoyo es uno de los cantones con mayor efecto negativo causado por este factor, lo que ha influido de forma directa en la diversidad microbiana de los suelos arroceros.

Existen microorganismos que son beneficiados por este tipo de afectación, sin embargo, el mayor problema radica en que una cantidad mucho más elevada de organismos se ve afectado por estas condiciones, en lo cual se altera la microbiota de los suelos, y se produce una influencia indirecta sobre los rendimientos del cultivo.

Unos organismos importantes en este ecosistema son los hongos formadores de micorrizas, que establecen simbiosis con plantas de arroz, por lo tanto, es necesario conocer la influencia del agua sobre las poblaciones de estos organismos, sus beneficios y la actividad simbiótica que ejercen sobre las plantas de arroz, para encontrar alternativas de manejo para su conservación.

III. PREGUNTAS ORIENTADAS

3.1.1 Pregunta de investigación

¿Existe una influencia negativa del nivel de agua sobre la población de los hongos formadores de micorrizas en el cultivo de arroz?

¿Las micorrizas poseen múltiples beneficios, que ayudan a mejorar el funcionamiento de las plantas cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas?

¿La asociación simbiótica entre los hongos formadores de micorrizas y las plantas de arroz, permite obtener incrementos en las características agronómicas de este cultivo?

IV. FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA

4.1. Generalidades

El arroz es una gramínea cultivada en la región Litoral del Ecuador, principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos, que abarcan la mayor parte de hectáreas sembradas. Las zonas de producción de arroz del país, presentan un amplio rango en la distribución de los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, sus temperaturas oscilan de 20° a 30 °C, con precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas se caracterizan por ser fértiles y el factor limitante de mayor magnitud es la inadecuada disponibilidad de agua, debido aquello en las grandes localizaciones de arroz de secano, este factor es mínimo, por lo cual dependen de las lluvias. El agua es un recurso que influye directamente sobre las condiciones en que se desarrolla el cultivo de arroz, de allí que lo relacionado con su disponibilidad, forma de permanencia en el suelo y manejo, son variables que sirven de base para diferenciar las áreas arroceras en zonas de secano y zonas de riego. Se estima que un 60 % del área sembrada es de secano y 40 % de riego (INIAP, 2014).

4.2. Influencia del agua sobre microorganismos

En los cultivos de arroz el nivel de lámina de agua puede variar de 2,5 a 15 centímetros, dependiendo de la edad fisiológica de la planta, la disponibilidad de agua y el tipo de administración de este recurso, esto conlleva a que se forme un ambiente que es poco propicio para el desarrollo y crecimiento de organismos que requieren de niveles de agua más elevados. El factor agua es considerado la primera y a menudo la mayor restricción para los diferentes tipos de microorganismos que pueden ser encontrados en el ambiente del campo de arroz. Naturalmente, este no es el caso en las tierras de arroz susceptibles a las inundaciones, donde altos niveles de agua, se encuentran en estas zonas por periodos de tiempo relativamente largos (FAO, 2006).

4.3. Definición de micorriza

El término micorriza proviene del griego myces, que significa hongo y rhiza, cuyo significado es raíz, y representa la asociación mutualista entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes). El término “micorriza” fue acuñado por Frank,

patólogo forestal de origen alemán, en 1877 al estudiar las raíces de algunos árboles forestales. Para 1900, el botánico francés Bernard resaltó su importancia al estudiar las orquídeas. Trappe (1994) describe a las micorrizas en términos funcionales y estructurales, como “órganos de absorción dobles que se forman cuando los hongos simbiotes viven dentro de los órganos de absorción sanos (raíces, rizomas o tallos) de las plantas terrestres, acuáticas o epífitas” (Camargo *et al*, 2012).

4.4. Descubrimiento de los hongos micorrízicos

En 1831 Vittadini publicó sus observaciones describiendo la forma en cómo se asociaban las raíces de algunas especies de plantas con los hongos comestibles de importancia económica en Europa conocidos como trufas. Posteriormente en 1840 Hartig ilustró claramente lo que hoy se conoce como una ectomicorriza, y en 1841 Tulasne describió cómo las hifas del hongo *Elaphomyces* se asocian a las pequeñas raíces secundarias de ciertos árboles, envolviéndolas completamente. En 1842 Vittadini citó nuevamente esta asociación, pero ahora mencionó que estas pequeñas raíces eran nutridas por las hifas del hongo *Elaphomyces*. Luego se presentaron algunos reportes más detallados como los de Hartig (1851), Boudier (1876), Reess (1880) y Gibelli (1882), que confirman que desde esa época se realizaron las primeras observaciones de micorrizas (Andrade, 2010).

4.5. Clasificación de las micorrizas

Las micorrizas se clasifican en tres grupos que son las siguientes: ectomicorrizas, endomicorrizas y ectoendomicorrizas. Las ectomicorrizas se caracterizan por formar una extensa red de hifas que se localizan en la corteza de la raíz, principalmente forman asociaciones con árboles de pino, eucalipto y cipres. Las endomicorrizas penetran profundamente la raíz, la colonizan y cambian su forma, mientras sus estructuras externas exploran el suelo. Este tipo de micorriza forma asociaciones con más del 90 % de plantas terrestres, las más conocidas son las arbusculares. Mientras que las ectomicorrizas son un tipo de conjugación entre las ecto y endomicorrizas, ya que se caracterizan por encontrarse en la corteza y penetran profundamente la raíz. Se encuentran principalmente en bosques naturales (Salamanca y Cano, 2004).

4.6. Condiciones ambientales

Las micorrizas se presentan aproximadamente en el 90 % de las plantas, por lo que es común encontrarlas en todos los ecosistemas del mundo y, por lo tanto, en diferentes gradientes latitudinales. Existen hongos que pueden localizarse en varios tipos de suelo y climas, teniendo un patrón de distribución mundial, el cual indica que están, aparentemente, adaptados a diversos hábitats; no obstante, los factores físicos y químicos del suelo pueden restringir su distribución, por lo que las asociaciones micorrícicas pueden considerarse cosmopolitas y generalistas. Además es de vital importancia destacar que dependiendo del ambiente y las especies interactuantes, los hongos participantes de estas asociaciones pueden ser facultativos u obligados (Camargo *et al*, 2012).

El inóculo de micorrizas está presente en casi todos los suelos. Los propágulos de hongos micorrícicos pueden disminuir según el uso que se haya dado al suelo. Varios factores como la pérdida de materia orgánica y de flora adventicia, la salinización y la acidez, la alteración mecánica excesiva de la tierra de cultivo o el uso indiscriminado de agroquímicos pueden hacer desaparecer el inóculo. Un ejemplo claro, son las ectomicorrizas que suelen ser muy sensibles a la anegación del suelo, mientras que las micorrizas arbusculares lo son más a la sequía extrema. La interacción entre las plantas y los hongos micorrícicos puede tener importantes consecuencias en el mantenimiento de la biodiversidad y en la regulación de las fuentes de recursos transferidos al ecosistema. Sin embargo en determinadas condiciones ambientales o evolutivas, las plantas evitan o minimizan la micorrización (Barriuso *et al*, 2014).

La liberación de compuestos nitrogenados provenientes de los fertilizantes, la lluvia ácida, la exposición de los suelos a concentraciones elevadas de dióxido de carbono atmosférico, y la contaminación por ozono, son factores que pueden afectar en la diversidad, la abundancia y el funcionamiento de las comunidades de micorrizas. Estos factores si no son manejados con la importancia que requieren son capaces de disminuir de forma sustancial la mayoría de las colonias de hongos micorrizicos (Chivian y Bernstein, 2008).

La diversidad de especies nativas de hongos formadores de micorrizas y su funcionalidad pueden variar en regiones geográficas donde sea posible contrastar al menos dos épocas climáticas como lluviosa y seca.

Existen factores externos como la estacionalidad y el manejo que influyen en la propagación de los hongos micorrizicos y pueden afectar las simbiosis en condiciones de campo. En varios trabajos realizados por diferentes autores se pudo comprobar la influencia del tipo de suelo sobre el funcionamiento micorrízico y la estacionalidad, pues en suelos con mal drenaje y alta retención de humedad, los mayores porcentajes de colonización se encuentran durante la estación seca, mientras que en suelos con buen drenaje, los mayores porcentajes de colonización se encuentran en la estación lluviosa (Martín y Rivera, 2015).

4.7. Beneficios de las micorrizas

Uno de los mayores beneficios que se obtiene de las micorrizas desde el punto de vista nutricional, es el incremento del crecimiento por efecto de la absorción de P, cuando este elemento se encuentra 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. Cuando el P 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 de forma directa o indirecta en la absorción de otros iones minerales (N,K, Ca, Mg, Fe, Mn) (Blanco y Salas, 1997).

Las plantas tienen la capacidad de adaptarse cuando las condiciones del ambiente no son las adecuadas, por medio de mecanismos de percepción y respuesta de su sistema inmune. Como consecuencia de una estimulación previa, la respuesta del sistema basal de defensa ante el ataque por un patógeno o insecto es más rápida y contundente, respuesta que es potenciada por la micorrización. Esta potenciación del sistema inmune de la planta permite reducir los daños por el ataque de patógenos o insectos, confiriéndole una mayor resistencia de las plantas en relación a enfermedades y plagas. Se puede hablar por tanto, de una Resistencia Sistémica Inducida (RSI) por micorrizas, fundamental en el control biológico de patógenos, insectos y plantas parásitas (Barea *et al*, 2016).

La actividad de las micorrizas permite una mejora y un aumento en la asimilación de nutrientes y agua en las plantas, esta acción es beneficiada porque se produce una evapotranspiración en la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de ésta, ya que, al aumentar la ramificación y crecimiento de las raíces, se alargan las células, y se incrementa la superficie de exploración de las raíces. Por el incremento de esta zona radicular las

micorrizas ayudan a las raíces a ser más eficientes, ya que las plantas son capaces de alcanzar, a distancias más largas, nutrimentos y agua en lugares donde antes las raíces no podrían llegar. Este beneficio permite que los cultivos no sufran por situación de estrés hídrico. Gracias a la mayor asimilación ya no solo de agua, sino de nutrimentos (minerales, sales, etc.) facilita un aumento en la producción y una mayor calidad biológica. El uso de micorrizas en los cultivos provoca en éstos, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrimentos (INTAGRI, 2018).

Múltiples ventajas de la colonización por hongos MA son significativas para las plantas, el suelo y los ecosistemas en general. En lo referente al suelo, su colonización permite evitar la erosión, cuyo resultado favorece la formación de microagregados por efecto químico y físico; combinado con enmiendas orgánicas, disminuye hasta en un 50 % el uso de fertilizantes químicos y permite la biorremediación de suelos con altas concentraciones de Cadmio, Zinc y Aluminio. En los ecosistemas, las micorrizas influyen en el balance de la diversidad estructural y funcional, así como a la sucesión en diferentes formaciones vegetales; amortigua la erosión de las dunas costeras, disminuyendo la pérdida de arena en la línea de costa; favorece la producción primaria del ecosistema y retiene cantidades considerables de carbono en el suelo y permite un mayor éxito en los planes de reforestación de áreas devastadas (Fernández, 2008).

Las hifas externas de los hongos micorrizógenos arbusculares forman agregados por medio de la adhesión de partículas debido a una proteína llamada glomalina, y contribuyen a darle estructura y estabilidad al suelo. Influyen también en el mejoramiento de la retención de agua al formar los agregados de mayores dimensiones (20 a 200 mm de diámetro) que mejoran la capacidad de retención de agua. Además, los hongos micorrizógenos, junto con otros microorganismos de la rizósfera, influyen en la estructura del suelo al producir compuestos húmicos, lo que contribuye a acelerar la descomposición de minerales primarios y secretando polisacáridos que son particularmente eficientes para estabilizar la estructura, unir granos minerales y homogeneizar partículas finas del suelo, como arcillas y humus que mantienen la porosidad (Guadarrama *et al*, 2004).

Los hongos micorrízicos tienen la capacidad de influir en la bioremediación del suelo agrícola, específicamente son los hongos ectomicorrízicos los que generan enzimas degenerativas de compuestos orgánicos complejos en el suelo. Las enzimas como las

amilasas, lipasas, ureasas, gelatinasas y tirosinasas son parte de la actividad metabólica generada por hongos ectomicorrizica. Esta relación simbiótica brinda un servicio ecológico importante, en el caso de interacciones con leguminosas, permite la producción de hormonas y aumenta la recepción, tanto de macronutrientes como micronutrientes. Así mismo, las micorrizas arbusculares tienen la amplitud de producir complejos xilanasas, mannasas y otras glucanasas que apoyan en la degradación de contaminantes peligrosos (Canchani *et al*, 2018).

4.8. Formación de una micorriza

En el proceso de formación de una micorriza es indispensable que exista un hongo formador de esta asociación, conocido con el nombre de inoculo (formado por esporas o micelio del hongo o por trozos de raíz previamente micorrizada), el mismo que puede ser nativo, en este caso es un habitante natural del suelo, o también la existencia de un hongo obtenido por el hombre, es decir que se aplica al cultivo tratado. Varias son las reacciones o cambios bioquímicos que se producen entre el hongo y la raíz, que permiten el ingreso del hongo dicha parte de la planta y se forme la asociación llamada micorriza. Al ingresar a la raíz se forma las estructuras llamadas vesículas y arbusculos, cuya función principal es la movilización de nutrientes y recibir el carbono que la planta libera por la raíz (CORPOICA, 2004).

La asociación simbiótica se establece entre las raíces de las plantas y las hifas de hongos de los filos Glomeromycota, Basidiomycota y Ascomycota. Al inicio de la colonización, el hongo forma un manto constituido de hifas fúngicas que rodean el ápice de la raíz, luego otras hifas penetran el espacio intercelular existente entre las células radiculares, formando lo que se conoce como la “red de Hartig”. Es aquí, en la red de Hartig, donde se lleva a cabo el intercambio de nutrientes, minerales y agua: el hongo absorbe agua y minerales que luego trasloca hacia la planta y en retorno la planta provee de azúcares y otros productos de la fotosíntesis al hongo (Franquet, 2018).

4.9. Colonización de hongos micorrízicos

Las condiciones del suelo es el factor más importante en la supervivencia de las micorrizas. Estos hongos pueden sobrevivir en el suelo bajo diferentes maneras: en las raíces de un cultivo o maleza, como trozos de hifas en el suelo o como estructuras de resistencia

denominadas esporas. Las dos primeras son las más efectivas al momento de colonizar la raíz de un cultivo. Mientras que las esporas, se desarrollan de forma lenta, esto debido que deben germinar y mantenerse viables hasta que la raíz llegue a ellas. Es imprescindible considera que cualquier práctica de manejo que afecte o interfiera con la protección de las hifas del hongo y las raíces muertas de los cultivos puede disminuir significativamente los niveles de micorrización del cultivo siguiente. La siembra directa es una excelente manera de conservación, a diferencia de la fertilización elevada y la aplicación de fungicidas en la semilla que son factores negativos para el crecimiento de colonias de micorrizas (Faggioli, 2008).

Las micorrizas requieren un desarrollo planta (raíz) - hongo (micelio) sincronizado, pues las hifas fúngicas solo colonizan raíces jóvenes, excepto en orquídeas, en las que el hongo puede infectar células del tallo. La planta, tiene la capacidad de controlar, en cualquier caso, la intensidad de la simbiosis, por el crecimiento o alargamiento de su raíz, pero también por la digestión de la interfase de intercambio, en las endomicorrizas, o por la formación de un singular tipo de raíz (secundaria y de crecimiento limitado), en el caso de las llamadas ectomicorrizas. La raíz constituye en realidad un nicho ecológico donde se desarrolla el hongo, que éste aprovecha (Honrubia, 2009).

4.10. Influencia de las micorrizas en el cultivo de arroz

En un estudio que ejecuto Sanchez *et al*, (2015) con el objetivo de evaluar el efecto de la inundación sobre la colonización de hongos micorrízicos arbusculares durante la fase vegetativa de plantas de arroz, realizo dos experimentos en condiciones de invernadero en macetas, uno de ellos se realizó con *Rhizophagus (Glomus) intraradices (Ri)*, donde se evaluó la dinámica de colonización de la simbiosis micorrízica en condiciones de inundación y secano (no inundadas). En el segundo experimento trabajó con *Glomus cubense (Gc)* y evaluó la colonización micorrízica en plantas de arroz cultivadas con diferentes alturas de lámina de agua. En sus resultados encontró que las plantas de arroz fueron colonizadas a partir del día 35 después de la germinación, tanto en condiciones inundadas como no inundadas, con una tendencia al incremento en el tiempo. Además, comprobó que la colonización micorrízica disminuyó en condiciones de inundación y a medida que la altura de la lámina de agua fue superior se encontraron valores inferiores de este indicador. La colonización micorrízica incrementó el desarrollo de las plantas de arroz.

Según Ruiz *et al.* (2016) en un estudio que realizo con el objetivo de evaluar la respuesta en plantas de arroz inoculadas con diferentes cepas de hongos micorrízicas arbusculares (*Claroideoglossum claroideum*, *Glomus cubense*, *Rhizoglossum intraradices* y *Funneliformis mosseae*) en condiciones inundadas del suelo, con una lámina de agua 5 cm, obtuvo resultados que demostraron que el arroz se coloniza, aunque con porcentajes bajos, con la presencia de la lámina de agua, la cual afecta el establecimiento del hongo en la planta. En cuanto a la altura, el macollamiento, masa seca de la parte aérea y de las raíces en las plantas de arroz se incrementaron cuando se inocularon con las diferentes cepas respecto al testigo no inoculado, observándose una eficiencia simbiótica superior en función del macollamiento y la masa seca de la parte aérea con las cepas *R. intraradices*, *G. cubense* y *C. claroideum*, aunque siempre las cepas *R. intraradices* y *G. cubense* estuvieron entre las cepas de inóculos de HMA que manifestaron mayor efecto en el desarrollo de las plantas.

En el cultivo de arroz cuando el suelo se encuentra con lámina de agua “inundado” (condiciones anaeróbicas), los organismos utilizan O_2 disponible para sobrevivir. La concentración de O_2 se reduce completamente alrededor de dos días después del ingreso de lámina de agua, por lo que mientras mayor tiempo sea expuesto el suelo a una inundación, menor será el contenido de oxígeno. Una pequeña porción de Oxígeno se mueve desde el aire, a través del agua de inundación, y oxigena de 2 a 3 cm de la superficie del suelo. La mayoría de los cultivos de secano no pueden tolerar prolongada inundación, sin embargo, el arroz tiene la capacidad de transportar O_2 de las hojas y tallos a las raíces. El área alrededor de las raíces del arroz es oxigenada en comparación con el resto del suelo, motivo por el cual las micorrizas crecen en bajas cantidades (Snyder y Nathan, 2002).

Una investigación realizada en la Estación Experimental del Zaidín, Granada, España, con el objetivo de evaluar el efecto de la inoculación de HMA en plantas de arroz sometidas a estrés hídrico con plantas de arroz micorrizadas y no micorrizadas en condiciones controladas y con tres manejos de agua; sin estrés (25 ml), estrés moderado (10 ml) y estrés intenso (5 ml), durante 15 días, se obtuvieron resultados que muestran que el arroz se puede beneficiar de la simbiosis MA y mejorar su desarrollo a largo plazo después de un período de estrés hídrico. Además en cada nivel de riego, las plantas micorrizadas mostraron incremento de un 50 % de masa fresca aérea y un 40 % la eficiencia fotosintética en comparación con las plantas no micorrizadas, incrementaron también el contenido de

prolina a medida que fue más intenso el estrés hídrico tanto en plantas micorrizadas como en las no micorrizadas (Sánchez *et al*, 2012).

Según Olvera (2012) quien evaluó el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*), aplicando micorrizas (*Glomus sp*), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero, logro obtener resultados satisfactorios, dentro de los cuales se encuentran que la aplicación de micorrizas obtuvo efectos positivos sobre el rendimiento del cultivo de arroz, variedad INIAP 14; por lo que se refleja la importancia de aplicar micorrizas; las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², longitud de panículas, granos por espiga, rendimiento y análisis económico alcanzó mayores promedios utilizando las micorrizas en dosis de 10 kg/ha, con beneficio neto de \$ 196.27.

La inoculación de micorrizas en el cultivo de arroz, permiten que las plantas incrementen sus valores de biomasa, rendimiento y nutrientes foliares, a diferencia de aquellas que no son tratadas con el hongo. Un estudio permitió evaluar el nivel de afectación de la simbiosis establecida entre el hongo micorrízico arbuscular (HMA), previamente aislado en suelos salinos, *Glomus sp*, y plántulas de arroz (*Oryza sativa*) cultivadas en condiciones de inundación y bajo condiciones de salinidad, donde se confirmó el beneficio, permitiendo conocer que cuando no se inocula estos microorganismos en suelos salinos presentan una clara inhibición del crecimiento vegetal así como menor actividad micorrizica, relacionado con una baja adaptabilidad a estas condiciones de estrés de los HMA nativos (Fernández, 2010).

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación y Descripción del trabajo

La presente investigación se realizó con la revisión de múltiples investigaciones sobre la influencia de los hongos micorrizicos sobre el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo, y mediante la búsqueda de información respecto estos hongos en los diferentes ecosistemas de los suelos agrícolas.

5.2. Métodos

La búsqueda de información se ejecutó en el segundo semestre del año 2019, para lo cual se utilizó métodos sencillos de réplica, que permitieron adecuar los resultados, para luego continuar el proceso de evaluación de la información de manera periódica. La valoración de datos se realizó a través de factores de impacto del material revisado.

Varias etapas permitieron la organización de la información; la primera consta de la revisión y evaluación de material bibliográfico y la segunda el establecimiento de soluciones detectadas y sus posibles soluciones planteadas.

5.2.1 Evaluación de la información

El análisis de información se realizó con formulación de los indicadores de credibilidad (Páginas web, Material publicado, e-books, enciclopedias periódicas, tesis, tesinas, paper, review, artículos y revistas) e índice de impacto del material.

VI. SITUACIÓN ENCONTRADAS

Las poblaciones de micorrizas se encuentran presente en la mayoría de los ecosistemas, están adaptadas a diversos hábitats, pero su crecimiento o supervivencia es limitado por diversos factores como es la pérdida de materia orgánica, el exceso de salinidad de los suelos , la erosión producida por la falta de capa vegetal y la alteración mecánica excesiva de la tierra de cultivo o el uso indiscriminado de agroquímicos principalmente por los compuestos nitrogenados, que influyen de manera significativa en el mantenimiento de las comunidad de los hongos formadores de micorrizas.

La presencia de micorrizas en un suelo puede ser de origen nativo cuando son habitante natural de ese tipo de suelo y de forma introducida cuando son aplicados al suelo por medio del hombre, de ambas formas comienzan o mantienen su proceso de formación para establecer la simbiosis con las plantas a través de diversas reacciones para producir beneficios en los cultivos.

En el cultivo de arroz específicamente, las micorrizas tienen como factor limitante el nivel de lámina de agua, que ocasiona un nivel de crecimiento lento de dichos microorganismos. Sin embargo, donde las condiciones son normales las micorrizas generan ventajas en las plantas de arroz como es la estimulación o incremento de variables agronómicas como es la altura, el macollamiento, el número de panículas, que pueden generar aumento del rendimiento.

VII. SOLUCIONES PLANTEADAS

Evitar la mecanización intensiva de los suelos, estableciendo un manejo integrado del cultivo sembrado, es decir un programa de labores de culturales que permitan obtener una menor afectación sobre las poblaciones de micorrizas, estableciendo además un manejo nutricional en base a análisis de suelos para no incorporar cantidades excesivas de elementos como nitrógeno o fosforo que perjudican al desempeño de hongos formadores de micorrizas, incorporando practicas ecológicas sin el uso inadecuado de pesticidas que acumulan en el suelo y afectan a la microbiota del mismo.

Realizar muestreos de suelos para análisis biológicos principalmente donde se practica monocultivos que son los suelos que por lo general sus propiedades físicas, químicas y biológicas se encuentran degradadas, para analizar los niveles poblacionales de hongos micorrizicos que se están presentes, y brindar información a los productores sobre los beneficios que se obtienen de las micorrizas, permitiendo crear un compromiso de uso racional del suelo.

Mantener niveles adecuados del nivel de lámina de agua en las diferentes etapas del cultivo de arroz, para evitar la reducción de la colonización de los hongos formadores de micorrizas y realizar incorporaciones o inoculaciones de estos microorganismos sobre las plantas, para compensar e incrementar los niveles poblacionales sobre el suelo que permitirán obtener beneficios, ayudando a mejorar la fisiología de la planta, al obtener un mayor desarrollo es ciertas características como incremento de macollamiento, altura y numero de espigas, que influyen en el incremento del rendimiento .

VIII. CONCLUSIONES

Según lo investigado se concluye lo siguiente

Las micorrizas son organismos que están presentes en el 90 % de las plantas, y están adaptados a todos los ecosistemas, sin embargo, factores físicos y químicos pueden restringir su distribución.

Uno de los principales beneficios que se obtiene a través de las micorrizas es el aumento de la capacidad de absorción de nutrientes y agua por parte de las plantas, al estimular sus funciones fisiológicas por efecto del crecimiento radicular.

Los hongos micorrizicos permiten formar nuevos agregados en el suelo, por medio de la proteína glomalina, la cual forma una adhesión de las partículas del suelo brindándole una buena estructura y estabilidad, efecto que contribuye a la retención de agua.

La colonización micorrícica disminuye en condiciones de inundación, por lo que a medida que la lámina de agua incrementa en el cultivo de arroz, las colonias disminuyan, sin embargo, contribuyen al desarrollo de la planta.

Las plantas de arroz incrementan su altura, macollamiento, masa seca y raíces con la inoculación de cepas de hongos micorrízicos, por efecto de la actividad simbiótica.

IX. RECOMENDACIONES

Promover la estabilidad de las colonias de hongos micorrizicos en los suelos agrícolas, evitando la implementación de labores culturales que afecten las características químicas y tienen un efecto perjudicial sobre las poblaciones de estos organismos.

Mejorar las condiciones del suelo con la incorporación de programas adecuados de fertilización, debido a que el exceso de fertilizantes principalmente nitrogenados, causan una pérdida o retardo del crecimiento en los hongos micorrízicos.

Efectuar estudios en el cultivo de arroz, realizando varias evaluaciones mediante análisis microbiológicas del suelo, en diferentes etapas fenológicas del cultivo y con niveles distintos de manejo del recurso hídrico, para conocer los niveles poblaciones de las asociaciones micorrizas y su posible afectación causada por el agua.

Las investigaciones sobre micorrizas en plantas de arroz, determinan que existe una influencia directa de estos hongos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo cual es fundamental ejecutar estudios con la inoculación de cepas de micorrizas en la zona de Babahoyo, donde la mayoría de los suelos durante gran parte del año permanecen bajo niveles excesivos de lámina de agua “inundaciones”.

X. RESUMEN

El arroz es una gramínea cultivada en la región Litoral del Ecuador, principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos, que abarcan la mayor parte de hectáreas sembradas. En este tipo de cultivo el nivel de lámina de agua puede variar de 2,5 a 15 centímetros, por lo que el factor agua es considerado la primera y a menudo la mayor restricción para los diferentes tipos de microorganismos que pueden ser encontrados en el ambiente del campo de arroz. El término micorriza proviene del griego myces, que significa hongo y rhiza, cuyo significado es raíz, y representa la asociación mutualista entre algunos hongos (micobiontes) y las raíces de las plantas (fitobiontes), las micorrizas se clasifican en tres grupos que son los siguientes: ectomicorrizas, endomicorrizas y ectoendomicorrizas. Estos hongos se presentan aproximadamente en el 90 % de las plantas, por lo que es común encontrarlas en todos los ecosistemas del mundo y, por lo tanto, en diferentes gradientes latitudinales. El inóculo de micorrizas está presente en casi todos los suelos y factores como la liberación de compuestos nitrogenados provenientes de los fertilizantes, la lluvia ácida, la exposición de los suelos a concentraciones elevadas de dióxido de carbono atmosférico, y la contaminación por ozono, pueden afectar en la diversidad, la abundancia y el funcionamiento de las comunidades de micorrizas. La actividad de las micorrizas permite una mejora y un aumento en la asimilación de nutrientes y agua en las plantas, mientras que, en lo referente al suelo, su colonización permite evitar la erosión. La inoculación de micorrizas en el cultivo de arroz, causan un efecto sobre las plantas permitiendo que las mismas incrementen sus valores de biomasa, rendimiento y nutrientes foliares, a diferencia de aquellas que no son tratadas con el hongo.

Palabras claves: Arroz, Micorrizas, Hongos, Beneficios, Inoculación

XI. ABSTRACT

The rice is a grass grown in the coastal region of Ecuador, mainly in the provinces of Guayas and Los Ríos, which cover the majority of hectares planted. In this type of crop the level of water sheet can vary from 2.5 to 15 centimeters, so the water factor is considered the first and often the greatest restriction for the different types of microorganisms that can be found in the environment of the rice field. The term mycorrhiza comes from the Greek myces, which means fungus and rhiza, whose meaning is root, and represents the mutualistic association between some fungi (mycobionts) and the roots of plants (phytobionts), mycorrhizae are classified into three groups that are following: ectomicorrizas, endomicorrizas and ectoendomicorrizas. These fungi occur in approximately 90% of plants, so it is common to find them in all the world's ecosystems and, therefore, in different latitudinal gradients. The mycorrhizal inoculum is present in almost all soils and factors such as the release of nitrogen compounds from fertilizers, acid rain, soil exposure to high concentrations of atmospheric carbon dioxide, and ozone pollution, can affect in the diversity, abundance and functioning of mycorrhizae communities. The activity of mycorrhizae allows an improvement and an increase in the assimilation of nutrients and water in plants, while in relation to the soil, its colonization allows erosion to be avoided. The inoculation of mycorrhizae in rice cultivation, cause an effect on the plants allowing them to increase their values of biomass, yield and foliar nutrients, unlike those that are not treated with the fungus.

Key words: Rice, Mycorrhizae, Fungi, Benefits, Inoculation

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, A. 2010. Micorrizas: antigua interacción entre plantas y hongos. :84-90.
- Barea, J; Pozo, MJ; Azcón, C. 2016. Significado y Aplicación de las Micorrizas en Agricultura. Agricultura :746-751.
- Barriuso, J; Santafé, M; Solís, K; Sánchez, S. 2014. Las micorrizas en los sistemas agroforestales (en línea). Agricultura (January):618-622. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/279188543_Las_micorrizas_en_los_sistemas_agroforestales.
- Bernardi, L. 2018. Perfil del mercado de arroz (en línea, sitio web). Disponible en [https://www.agroindustria.gov.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil del Arroz - 2017.pdf](https://www.agroindustria.gov.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil_del_Arroz_2017.pdf).
- Blanco, F; Salas, E. 1997. Micorrizas en la agricultura: Contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica (en línea). 21(1):55-67. Disponible en [http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Micorrizas y nutricion mineral.pdf](http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Micorrizas_y_nutricion_mineral.pdf).
- Camargo, S; Montaña, N; De la Rosa, C; Montaña, S. 2012. Micorrizas: Una Gran Unión Debajo Del Suelo. Revista Digital Universitaria 13:19.
- Canchani, A; Espailat, R; Lopez, J. 2018. El efecto y la aportación de la micorriza en el desarrollo de cultivos agrícolas. Perspectivas en Asuntos Ambientales .
- Chivian, E; Bernstein, A. 2008. Preservar la vida, de como nuestra salud depende de la biodiversidad. 1ra ed. Mexico, s.e.
- CORPOICA. (2004). Las micorrizas: Una opción sostenible de manejo de suelos y nutrición de plantas. Bogotá, Colombia, s.e. DOI: <https://doi.org/978-958-8311-54-8>.
- Faggioli, V. 2008. Micorrizas en soja : beneficios y manejo de suelos para su conservación (en línea). (1):25. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_sojamicorrizas12.pdf.

- FAO. 2006. Cultivo de peces en campos de arroz. Halwart, M; Gupta, M (eds.). Roma, Italia, s.e.
- Fernandez, F. (2010). Expresaron una elevada actividad micorrizica, alcanzando altos valores de ocupación fúngica. Independientemente del grado de salinidad aplicado, las plantas inoculadas siempre alcanzaron valores mas elevados de biomasa, rendimiento y nutrientes foliares qu. La Habana, Cuba, s.e.
- Fernandez, R. 2008. Las micorrizas: desenterrando un tesoro. Instituto de Ecología y Sistemática. ACTAF :22-25.
- Franquet, J. 2018. El nuevo sistema de siembra en seco del arroz. Primera ed. Santa Ana, España, Grafica Dertosense. 1-57 p.
- Guadarrama, P; Sanchez, I; Sanchez, J; Ramos, J. 2004. Hongos plantas, beneficios a diferentes escalas en micorrizas arbusculares. Ciencias :1-8.
- Honrubia, M. 2009. Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. Jardín Botánico de Madrid 66S1: 133-(0211-1322):1-12. DOI: <https://doi.org/10.3989/ajbm.2226>.
- Ibañez, J. 2012. Las Micorrizas: Importancia en la Nutrición Vegetal y en la Evolución de las Plantas Terrestres (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2012/10/15/141549>.
- INIAP. 2014. Arroz. Zonas de intervención (en línea, sitio web). Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>.
- INTAGRI. 2018. Beneficio de las micorrizas sobre el estrés en plantas (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/beneficios-de-las-micorrizas-sobre-el-estres-en-plantas>.
- MAG. 2019. INFORME DE RENDIMIENTOS OBJETIVOS DE ARROZ EN CÁSCARA TERCER PERIODO 2018 (en línea, sitio web). Disponible en http://sipa.agricultura.gob.ec/descargas/estudios/rendimientos/arroz/rendimiento_arroz_tercer_cuatrimestre_2018.pdf.

- Martín, G; Rivera, R. 2015. Influencia De La Inoculación Micorrízica En Los Abonos Verdes. Efecto Sobre El Cultivo Principal. Estudio De Caso: El Maíz. *Cultivos Tropicales* 36(especial):34-50.
- Muerza, A. 2006. Micorriza, una simbiosis vital en la Naturaleza (en línea, sitio web). Disponible en http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/energia_y_ciencia/2006/07/07/153648.php.
- Ocles, A. 2018. Proyectos de Infraestructura para control de inundaciones. *In Congreso Gestion de Riesgos*. Cartagena, Colombia, s.e. p. 1-17.
- Olvera, A. 2012. Comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), aplicando micorrizas (*Glomus* sp), en suelos con problemas de salinidad, bajo condiciones de invernadero. s.l., Universidad Tecnica de Babahoyo. 1-60 p.
- PEREZ C, A; ROJAS S, J; MONTES V, D. 2018. Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biologica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA* 3(2):366. DOI: <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n2.2011.412>.
- Ruiz, M; Muñoz, Y; DellAmico, J; Simó, J; Cabrera, J. 2016. Evaluación de diferentes cepas de micorrizas arbusculares en el desarrollo de plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones inundadas del suelo. *Cultivos Tropicales* 37(4):67-75. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31096.85761>.
- Salamanca, C; Cano, A. 2004. La micorriza arbuscular, características, producción y aplicaciones. Bucaramanga, Colombia, s.e. 1-24 p. DOI: <https://doi.org/03.03.02.08.32.04>.
- Sánchez, M; Hernández, Y; Polón, R; Ruiz, J. 2012. LA SIMBIOSIS MICORRIZÍCA ARBUSCULAR EN PLANTAS DE ARROZ (*Oryza sativa* L .) SOMETIDAS A ESTRÉS HÍDRICO . PARTE I . MEJORA LA RESPUESTA FISIOLÓGICA Arbuscular mycorrhizae symbiosis in plants of rice (*Oryza sativa* L .) subject to hydric stress . Part I . P. *INCA* 33(4):47-52. DOI: <https://doi.org/1819-4087>.

- Sanchez, M; Santana, Y; Muñoz, Y; Yoan, A; Benitez, M; Vishnu, B; Peña, Y. 2015. Simbiosis de micorrizas arbusculares en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones de inundación y secano. Instituto Nacional de Ciencias agricolas :227-237. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15446/acag.v64n3.43087>.
- Snyder, C; Nathan, S. 2002. Efectos de la inundacion y secado del suelo en las reacciones del fosforo (en línea). *Advances* (51):5-7. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BE38C88C83308D11852579A300778954/\\$FILE/Efectos de la Inundación y Secado del Suelo en las Reacciones del Fósforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BE38C88C83308D11852579A300778954/$FILE/Efectos%20de%20la%20Inundaci3n%20y%20Secado%20del%20Suelo%20en%20las%20Reacciones%20del%20F3sforo.pdf).

XIII. ANEXOS



Figura 1.- Micorrizas en el sistema radicular



Figura 2.- Hifas de las micorrizas

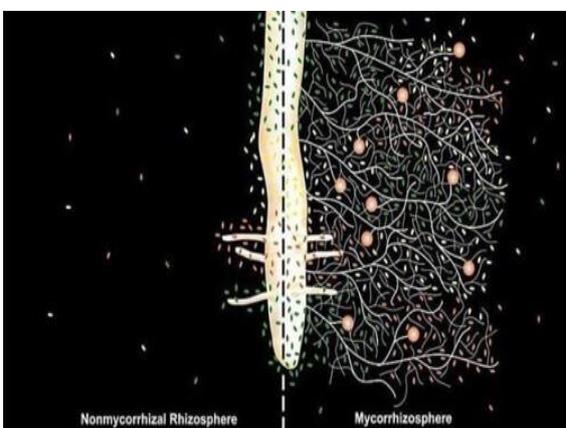


Figura 3.- Beneficio de las micorrizas



Figura 4.- Lote de siembra de arroz



Figura 5.- Cultivo de arroz con lámina de agua



Figura 6.- Desarrollo investigativo del tema

	CIPAL CENTRO DE INVESTIGACIONES EN PALMA ACEITERA km 37 1/2 vía Santo Domingo Quinindé, Ecuador LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA				
	DIGNÓSTICO MICROBIOLÓGICO				
Nº de muestra MS016	Tipo de análisis Análisis micorrízico de suelo	Fecha 04-sep-17			
INFORMACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre: Israel Cortez					
Empresa: Granja San Pablo					
		Teléfono:			
Dirección		Fax:			
		e-mail:			
Ubicación:	Provincia: Los Rios	Cantón: Babahoyo			
		Parroquia:			
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA					
Cultivo: Papa	Edad:	Superficie:			
Observaciones adicionales:					
Análisis de: una muestra de suelo					
Descripción del análisis requerido:					
Análisis micorrízico de suelo y/o sustrato					
REPORTE DE RESULTADOS:					
Código	Identificación de la muestra	Esporas viables /100 gss*	Morfoespecies sugeridas	Coloración	Observaciones
MS016		711	Glomus, Acaulospora, Gigaspora	Amarillo, hialina, café claro	
Método utilizado:					
1.- Aislamiento de esporas de suelo por método de Sedimentación y tamizado en húmedo (Gedermann y Nicholson, 1963).					
Para taxonomía: Uso de características de clasificación en base a morfología de las esporas proporcionadas por el INVAM.					

Figura 7.- Análisis de micorizas en la investigación “Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.), “INIAP– 381 ROSITA” a la aplicación de micorizas y niveles de fertilización en la zona de Babahoyo”.



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental Santa Catalina
Panamericana Sur, Km 36, Vía Quito-Latacunga

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA, TEJIDOS VEGETALES Y AGUA
REPORTE DE MICROBIOLÓGICO

Nombre: Sr. LUCIO AVEROS
Remitente: Sr. LUCIO AVEROS
Hacienda: MI FINQUITA
Localización: FEBRES-CORDERO

Factura #: 26004
F/Muestreo: 14/11/2017
F/Ingreso: 28/11/2017
F/Salida: 23/12/2017

Identificación de muestras	UFC/gss					
	Bacterias	Actinomicetos	Hongos	Celulolíticos	Solubilizadores de fósforo	Fijadores de Nitrógeno
SECTOR 1	470000	7320000	48800	1170000	334000	386
SECTOR 2	439000	7320000	45700	1250000	331000	357
SECTOR 3	465000	7400000	47800	1360000	345000	332
SECTOR 4	428000	7430000	41610	850000	224000	324
SECTOR 5	459000	7720000	43500	1150000	343000	348

gcs: gramos de suelo seco

Nota: El Laboratorio no se responsabiliza por la toma de muestras

Atentamente,

Dr. Fabian Moscoso
Responsable del Laboratorio DMSA

Figura 8.- Análisis microbiológico en la investigación Efecto del catalizador Generate sobre poblaciones microbianas de suelo, en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego, en la zona de Babahoyo