



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



Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Caracterización morfológicas de Hongos micorrízicos arbúsculares
en fincas de cinco Cantones, de la Provincia De Los Ríos”

AUTOR:

Roddy Iván Cabrera León

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Caracterización morfológicas de Hongos micorrízicos arbúsculares
en fincas de cinco Cantones, de la Provincia De Los Ríos”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Rosa Guillén Mora, M.Sc.

PRESIDENTA

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora MBA

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez Mora, M.Sc.

SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad por la Investigación análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen Complexivo son de exclusividad del autor.

RODDY IVAN CABRERA LEON

AGRADECIMIENTOS

- Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.
- A mi mamá que fue un ejemplo de lucha, valentía, fuerza.
- A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.
- A mis tíos(as) que me ayudaron tanto en lo emocional como en lo económico.
- Agradezco a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Técnica de Babahoyo. En especial al Ing. Eduardo Colina tutor de mi trabajo de titulación, además de ser un excelente profesional un gran amigo.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes eh logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser tu hijo, son los mejores padres. En especial a mi mama que partió de este mundo antes de lo previsto, el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanas (os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Caracterización morfológicas de Hongos micorrízicos arbúsculares en fincas de cinco Cantones, de la Provincia De Los Ríos

Roddy Cabrera León

RESUMEN

Hace mucho tiempo se viene trabajando a nivel mundial, con el objetivo de demostrar la importancia de los hongos micorrízicos dentro de los sistemas productivos agrícolas. Dichos trabajos se han fundamentado tanto en la parte fisiológica, morfológica y sobre todo taxonómica de estos hongos. Sin embargo, estos trabajos no han logrado cubrir todas las zonas productoras del país, así como muchos no han sido difundidos en su totalidad. Los investigadores han realizado esfuerzos muy loables, para lograr poner esta información en el personal técnico que trabajan en los campos del Ecuador. Sin embargo, pese a estas iniciativas, aun es complicado saber que tanto se ha cubierto. El presente trabajo busco coleccionar toda la información generada por diversos medios y lograr generar una hoja de ruta a partir de los resultados de análisis realizados por medio de los productores. Los resultados muestran una diversidad bastante limitada en las especies reportadas de micorrizas para las cinco zonas evaluadas de la provincia de Los Ríos. Además, las poblaciones encontradas, muestran una baja capacidad regenerativa de los hongos y población de esporas, debido en muchos casos, a la incesante carga de trabajo y aplicaciones de agroquímicos que normalmente ocurren en los cultivos. Esto hace pensar, que debe haber un cambio en la manera de trabajar de los agricultores, ya que, se debe de alguna manera garantizar la producción de alimentos a través de tener suelos sanos y altamente productivos, cuidando la microbiota.

Palabras clave: Hongos, Producción sostenible, Calidad de Suelo, Microbiota.

Morphological characterization of arbúscular mycorrhizal fungi in farms of five Cantones, of the Province of Los Ríos

Roddy Cabrera Leon

SUMMARY

For a long time, work has been done worldwide, with the aim of demonstrating the importance of mycorrhizal fungi within agricultural production systems. Said works have been based on the physiological, morphological and especially taxonomic part of these fungi. However, these works have not been able to cover all the producing areas of the country, and many have not been fully disseminated. Researchers have made very commendable efforts to put this information on technical personnel working in the fields of Ecuador. However, despite these initiatives, it is still difficult to know how much has been covered. The present work seeks to collect all the information generated by various means and to generate a roadmap from the results of the analyzes carried out by the producers. The results show a fairly limited diversity in the reported species of mycorrhizae for the five areas evaluated in the province of Los Ríos. In addition, the populations found show a low regenerative capacity of the fungi and spore populations, due in many cases to the incessant workload and applications of agrochemicals that normally occur in crops. This suggests that there must be a change in the way farmers work, since, in some way, food production must be guaranteed through having healthy and highly productive soils, taking care of the microbiota.

Keywords: Fungi, Sustainable production, Soil Quality, Microbiota.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO	4
1.1. Definición del tema caso de estudio	4
1.2. Planteamiento del problema	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivo	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	6
1.5. Fundamentación teórica	6
1.6. Hipótesis	12
1.7. Metodología de la investigación	12
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
2.1. Situaciones detectadas (hallazgo)	13
2.2. Soluciones planteadas	19
2.3. Conclusiones	20
2.4. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso)	21
BIBLIOGRAFÍA	22

INTRODUCCIÓN

En los suelos tropicales, los procesos de transformación de sus propiedades, por el cambio de uso de la tierra y su subsiguiente explotación, conllevan a su degradación, ruptura de agregados y pérdida de su estructura. Aunque numerosos factores (mineralogía del suelo, clima, contenido de materia orgánica y cultivo intensivo) pueden intervenir favorable o desfavorablemente en la estructura del suelo, la actividad biológica es conocida como uno de los principales elementos que alteran o intervienen en la agregación del suelo.

Las plantas han desarrollado numerosas estrategias desde que colonizaron los ecosistemas terrestres, para hacer frente a los diversos retos bióticos y abióticos. Una de las más eficaces es la capacidad de los sistemas de raíces, para establecer relaciones simbióticas mutualistas benéficas con los microorganismos (Camarena 2012).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son organismos del suelo que viven simbióticamente con la mayoría de plantas (Morell *et al.* 2009). Ellos les aportan beneficios, dándoles ventajas con respecto a las plantas no micorrizadas, como por ejemplo facilitándole a la planta la toma de nutrientes de baja disponibilidad o de poca movilidad en el suelo, evitando la acción de microorganismo patógenos en la raíz, aumentando la tolerancia de la planta a condiciones de stress abiótico en el suelo, entre otros beneficios (Barrer 2009).

Actualmente son bien conocidos los efectos beneficiosos de las MA, los cuales comprenden la mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo como el fósforo, cobre y zinc por parte de las plantas micorrizadas en comparación con las no micorrizadas (Cuenca, Cáceres y Oirdobro 2007).

Las micorrizas permiten a la planta extraer los elementos minerales del suelo con más eficacia. Este efecto es muy evidente en el caso del fósforo, un

elemento muchas veces limitante y que puede quedar inmovilizado en el suelo. Los hongos formadores de MA ayudan a la captación de elementos minerales del suelo mediante dos mecanismos: el micelio del hongo es capaz de extenderse y explorar mayor superficie de suelo que las raíces por sí solas, por lo que puede extraer elementos minerales y agua.

El papel de las micorrizas en la protección de cultivos está muy poco detallado, se sabe que las micorrizas actúan sobre el conjunto planta-suelo y establecen equilibrios edáficos que favorecen a la planta y la hacen más tolerante al ataque de patógenos, limitando el desarrollo de hongos patógenos (Camprubí 2003).

La compatibilidad de las plantas con los hongos micorrízicos es un fenómeno generalizado y antiguo. Aproximadamente 80 % de las familias de plantas son capaces de establecer micorrizas arbusculares (MA). La evidencia de fósiles sugiere que este tipo de simbiosis existía desde hace 400 millones de años en los tejidos de las primeras plantas terrestres.

Como tal, la capacidad de las plantas para formar MA debe estar bajo el control de mecanismos que se han conservado en los nuevos taxones de plantas. Esta compatibilidad también implica que, en las plantas, los procesos de reconocimiento selectivo discriminen entre los microorganismos benéficos y perjudiciales y que los determinantes genéticos esenciales para el establecimiento de MA son comunes a una parte extensa del reino vegetal (Camarena 2012).

La identificación de las especies que habitan en los suelos de los diferentes sistemas productivos de los agricultores, hace indispensable investigación que aporte a dicho conocimiento, para poder establecer programas de manejo de las poblaciones y manejo de niveles nutrimentales en los cultivos.

En consideración de los aspectos antes mencionados se plantea el siguiente problema:

¿Será posible establecer las características morfológicas y poblaciones de micorrizas en diversos sectores de producción agrícola en la provincia de Los Ríos?

CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El trabajo de investigación es la **caracterización morfológica de Hongos micorrízicos arbúsculares en fincas de cinco cantones, de la provincia de Los Ríos.**

La infección micorrízica depende de condiciones que determinan las características de los hospederos y del suelo, en particular el potencial fotosintético del hospedero y la fertilidad, condiciones físicas, contenido de agua y cantidad y calidad del humus presente en el suelo.

El Indiscriminado uso de fertilizantes a provocado que el sustrato suelo se produzcan fenómenos como la salinización, la acidificación, la contaminación de fuentes de agua producido por la percolación de los nitratos y nitrito provocando la eutrofización de dichas fuentes, y lo más grave la pérdida de la diversificación de la fauna microbiana del suelo.

1.2. Planteamiento del problema

Conocer los sistemas agrícolas, sus circunstancias, las diferentes tecnologías, zonas agroecológicas identificadas se permiten identificar la presencia de limitaciones o problemas que afectan el funcionamiento del sistema y su sostenibilidad.

Actualmente, uno de los principales problemas para los productores de, es que aplican tecnologías convencionales de alto costo, basadas en el uso de agroquímicos aplicados en forma indiscriminada y sin ningún criterio técnico, lo que ocasiona la degradación de los suelos, contaminación del medio ambiente y un elevado costo de producción por unidad de superficie

Las técnicas convencionales de laboreo aumentan la velocidad de degradación de los residuos vegetales y producen un aumento en la velocidad de mineralización de la materia orgánica del suelo; siendo necesario

implementar mejores y eficientes técnicas con la finalidad de no causar disminución de las propiedades físicas – químicas y biológicas de los suelos.

Entre esa parte biológica se encuentran los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) los cuales por diversos procesos de la agricultura moderna han sufrido cambios en sus poblaciones en los suelos. La alternativa sería la utilización de estos hongos dentro del proceso productivos ya que estos, fijan el nitrógeno atmosférico que sería aprovechado por la planta en la etapa fenológica que ella lo requiera, originando un normal desarrollo vegetativo y fisiológico, originando incrementos en el rendimiento de las cosechas, con un menor costo de producción, que se revierte su mayor beneficio neto para el agricultor, sin contaminar el medio ambiente, los suelos y el agua.

Investigaciones muestran que la presencia de estos hongos en el suelo, en regiones propensas a un manejo intensivo del suelo, disminuyen considerablemente las poblaciones de los mismos, casando un debilitamiento del recurso y por ende pérdidas en el sistema productivo.

1.3. Justificación

En la actualidad, ante los serios desequilibrios naturales que se vienen suscitando en las últimas décadas, dentro de los que se cuenta la degradación acelerada del recurso suelo, por efecto de su uso inadecuado, en detrimento de la producción de alimentos, el manejo adecuado de los cultivos apunta a una tecnología de producción sustentable. En este marco, la conservación de la microbiota del suelo cobra una importancia fundamental desde el punto de vista agrícola ya que apunta a mejorar la calidad de vida de la población de microorganismo que gobiernan todos los procesos transformadores de nutrientes y otros ciclos mineralógicos.

La investigación aportará en conjunto información que permitirá determinar si la caracterización y utilización de hongos micorrízicos índice sustancialmente o parcialmente sobre el rendimiento de los cultivos, específicamente sobre la asimilación de nutrientes; elementos muy complicados en el manejo nutricional de las plantas.

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

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

1.4. Objetivo

1.4.1. General

Caracterizar hongos micorrízicos arbusculares en fincas de cinco Cantones de la provincia de Los Ríos.

1.4.2. Específicos

1. Establecer las características morfológicas de las diversas especies de micorrizas encontradas en las zonas de estudio.
2. Identificar los diferentes tipos de micorrizas presentes en fincas productoras y su carga poblacional.

2.1. Fundamentación teórica

En hongos micorrizógenos arbusculares (MA) a menudo son suficientes unos pocos gramos de suelo para encontrar desde cientos a miles de esporas y varios kilómetros de hifas o micelio. En suelos agrícolas, llegan a alcanzar aproximadamente la mitad de la biomasa total de los microorganismos (Fernández, 2009).

En el suelo existe una gran diversidad de microorganismos, muchos de los cuales desarrollan actividades beneficiosas para los cultivos

agrícolas. Entre estos seres microscópicos destacan unos hongos que colonizan las raíces y establecen así unas relaciones simbióticas con las plantas conocidas como micorrizas. El interés de esta simbiosis radica en sus demostrados efectos en el aporte de nutrientes y agua a las plantas, así como en la protección de estas frente a agentes o situaciones, que causan estrés a los cultivos, lo que repercute en la producción de alimentos sanos (Barea, Pozo y Azcon 2016).

En los últimos años ha despertado interés las interacciones entre plantas y hongos, especialmente con micorrizas arbusculares. 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).

Las micorrizas es una asociación simbiótica mutualística formada por algunos hongos microscópicos y raíces de plantas los cuales produce un mutuo beneficio entre el hongo que provee agua y nutrientes, la planta cede hidratos de carbono. Además, las micorrizas crean nuevas raíces que sirven para asimilar minerales como el fósforo que es muy útil para la planta. Es decir que es una tecnología que traerá muchos beneficios a la producción del cultivo sin perjudicar el medio ambiente (Llerena 2010).

El indiscriminado uso de fertilizantes ha provocado que el sustrato suelo produzcan fenómenos como la salinización, la acidificación, y la contaminación de fuentes de agua, y es producido por la percolación de los nitratos y nitritos provocando la eutrofización de dichas fuentes, lo más grave es la pérdida de la diversificación de la fauna microbiana del suelo (Diaz, 2012).

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

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

Según Ayala (2011) debido a la gran demanda de alimentos sanos y libres de sustancias químicas, perjudiciales al medio ambiente, es importante conocer más sobre el uso de biofertilizantes y la acción simbiótica que se produce entre el hongo micorrizico y el cultivo.

Asociación micorrizica parasítica se puede presentar en una condición o estado particular en el desarrollo de la asociación. Por ejemplo, la formación de micorrizas en arboles puede disminuir el crecimiento de las plántulas en las primeras semanas siguientes a la germinación, la extensión del periodo depende del tamaño de la semilla y de las condiciones ambientales desfavorables (Herrera-Peraza *et al.* 2008).

De acuerdo a Blanco y Salas (2007) la micorriza aporta minerales

especialmente los poco móviles como fósforo, zinc, cobre y amonio, absorbidos del suelo por medio de las hifas que exploran los poros, donde no pueden penetrar las raíces; además, las hifas se asocian con la materia orgánica del suelo donde la mineralización ocurre.

Estudios en raíces de palma aceitera confirman la presencia de estructuras de hongos micorrizicos arbúsculares como arbúsculos, vesículas e hifas. Con esto se comprobó que existen altos valores para la tasa de infección en raíces y población de esporas en los suelos de las zonas estudiadas lo que sugiere que existe un alto grado de asociación de las raíces de palma aceitera con las micorrizas. Además, esta asociación se relaciona a factores que promueven la colonización y esporulación micorrizica. En las zonas estudiadas se identificaron los géneros de micorrizas: *Glomus spp.*, *Acaulospora spp.*, *Archaeospora spp.* y *Gigaspora spp.* (Maldonado et al. 2012).

En un estudio sobre caracterización de micorrizas se enfocaron a la clasificación morfológica de los hongos asociados a las raíces de tomate de árbol (*Solanum betaceum*). Las muestras del estudio fueron colectadas en dos cultivos de la ciudad de Loja. Microscopia de luz revelo visiblemente grandes cantidades de micelio, conexiones de la raíz colonizada, apresorios que se forman al penetrar a la raíz, vesículas con sus formas regulares e irregulares, arbúsculos con sus diversas formas y tamaño. Estas características permitieron identificar 15 morfotipos, predominando los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Scutellospora* (Castillo y Cueva 2010)

Sieverding (2001) dice que las micorrizas se han venido clasificando con base en su estructura, morfología y modo de infección en dos tipos principales: ectomicorrizas y endomicorrizas. Este último tipo se divide en varios subtipos: ectendomicorriza, arbutoides, monotropoides, ericoides, orquidáceas y las arbusculares”.

La micorriza tiene ventaja sobre la raíz no micorrizada por que el

micelio externo se extiende a mayor distancia que los pelos radicales. Además, les imparten otros beneficios como: mejoran la agregación del suelo, incrementan la tasa fotosintética, reducen la proporción raíz, aumenta la actividad microbiológica del suelo, aumenta la fijación de nitrógeno por bacterias simbióticas, incrementa la resistencia a plagas y a estrés ambiental, estimula la actividad de sustancias reguladoras de crecimiento, aumenta la tolerancia a la sequía (Gosling *et al.* 2006).

Según Alarcón y Ferrara-Cerrato (2000) La interacción de la micorriza y microorganismos implicados en el control biológicos suponen una integración de mecanismos benéficos para la sanidad vegetal, lo cual se considera como principal objetivo en el campo de la sustentabilidad agrícola.

La prevalencia del género *Glomus* con un alto índice de número de esporas en todos los suelos de SAF-C muestreados, demuestra la facilidad que tienen los representantes de este género para colonizar raíces de cacao. Además, en nuestro país se conoce muy poco sobre estos microorganismos benéficos y la obtención de estos hongos micorrízicos asegura la producción de inóculos que servirán como biofertilizante para que las plantas obtengan mayor producción de biomasa, mayor crecimiento relativo, mayor supervivencia al trasplante (Prieto *et al.* 2013).

Trabajos realizados encontraron que la cepa de micorriza más infectiva fue *Glomus*, presentando un 31 % de infección, comparado con los tratamientos sin inoculación de micorrizas. Adicionalmente fueron evidentes reportes de *Glomus* y *Acaulospora*, observándose mayor cantidad de *G. fasciculatum* (Ballesteros *et al.* 2004).

En resultados encontrados en muestras de campo previo a la dosificación de micorrizas nativas, se identificó morfológicamente las poblaciones en los laboratorios de microbiología del CIPAL-ANCUPA, encontrando los géneros *Glomus mosseae*, *Glomus fasciculatum*, *Gigaspora* y *Acaulospora*. Con esto se

procedió al conteo poblacional inicial de esporas (Latacela *et al.* 2018).

Los endófitos fúngicos tienen la destreza de colonizar diversos ambientes y su éxito ecológico refleja un alto grado de diversidad en las capacidades genéticas y fisiológicas. No puede sorprender, entonces, hallar especies vegetales formando este tipo de asociación en la mayoría de los ecosistemas terrestres, siendo quizás las excepciones algunas plantas de zonas pantanosas y acuáticas (Morell *et al.* 2009).

El poblacional de micorrizas encontradas en un estudio en Babahoyo, mostró diferencias entre los tratamientos aplicados, lográndose variaciones mayores al 125 % en algunos casos. Todos los tratamientos con aplicación de micorrizas + fertilización nitrogenada lograron incrementos en la cantidad de esporas, con relación a la evaluación inicial. En el caso de los tratamientos donde no se aplicó se presentó disminución en la cantidad de esporas aun en los tratamientos con fertilización mayor (Paredes 2019).

En las plantas tratadas con micorriza se encontró la mayor colonización (48,15 % y 15,20 % de dependencia). Así mismo con aplicación de con micorrizas se tuvo un conteo de esporas superior con 178,25 esporas/g de suelo seco, se registró en el testigo menor cantidad 37,18 esporas/g de suelo seco (Dorado 2018).

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: No existe presencia de micorrizas en los suelos, su diversidad es muy baja y las poblaciones no son adecuadas para el desarrollo de la microbiota del suelo.

Ha: Existe alta presencia de micorrizas en los suelos, su diversidad es relativamente alta y las poblaciones son adecuadas para el desarrollo de la microbiota del suelo.

2.2. Metodología de la investigación

La metodología se basó en el conjunto de recopilación y compilación documental, así como, colecta de muestras para análisis. Para el caso se empleó: compendio, lectura, análisis, síntesis y exploración de diversas bibliografías, tales como: folletos, catálogos, libros, revistas, artículos científicos, análisis de suelos y páginas web.

Estas fueron las diversas técnicas de trabajo, resúmenes, utilizadas para la colecta de la información, siempre verificando su idoneidad.

En los análisis microbiológicos utilizados para la elaboración de los cuadros, se empleó para la determinación de la población de esporas micorrícicas de suelo, el método de “tamizado en húmedo y decantación” de Gerdemann y Nicolson (1963). En la identificación morfológica el descriptor utilizado en el análisis, fueron las claves taxonómicas del INVAM (2018) en conjunto con la técnica de densidad del endófito propuesta por Herrera *et al.* (2011).

CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Situaciones detectadas

Reporte por provincia

A través de los análisis de micorrizas realizados en diferentes fincas se obtuvieron resultados que demuestran la presencia de los hongos, en diversas poblaciones en las fincas.

Mayor población de hongos por cantón fue encontrada en Ventanas (1222 esporas/gramo suelo seco-gss), siendo Puebloviejo en donde se obtuvo menor población con 73 esporas /gramo suelo seco (Figura 1.).

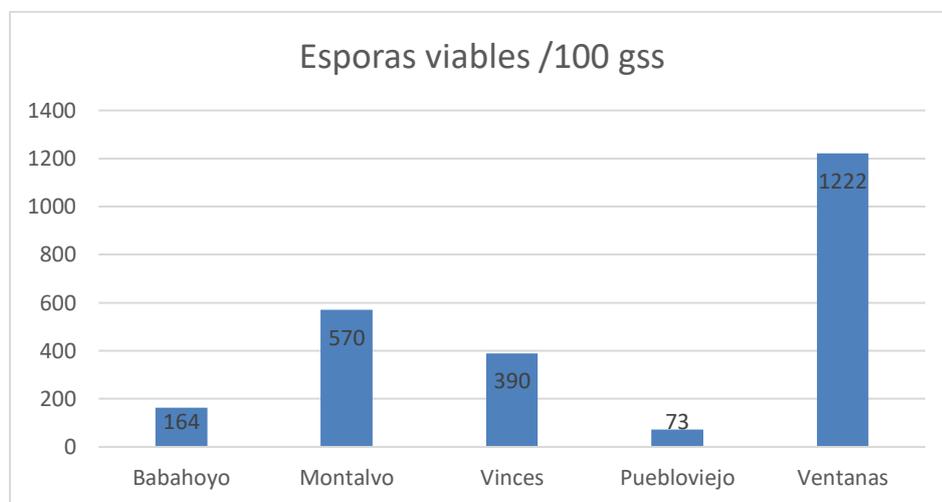


Fig 1. Densidad de esporas por cantón. Los Ríos, 2020.

Autor: Colina, 2020.

El género de micorriza mayormente reportado fue *Glomus*, este se reportó en los cinco cantones muestreados y en las 22 fincas del estudio. El segundo grupo reportado fue *Acaulospora*, estando presente en los cinco cantones y en 17 fincas. El estudio demuestra que *Gigaspora* se reportó en 4 cantones (Menos Vinces) y apenas en 8 fincas, siendo mayor su influencia en Babahoyo (Figura 2).

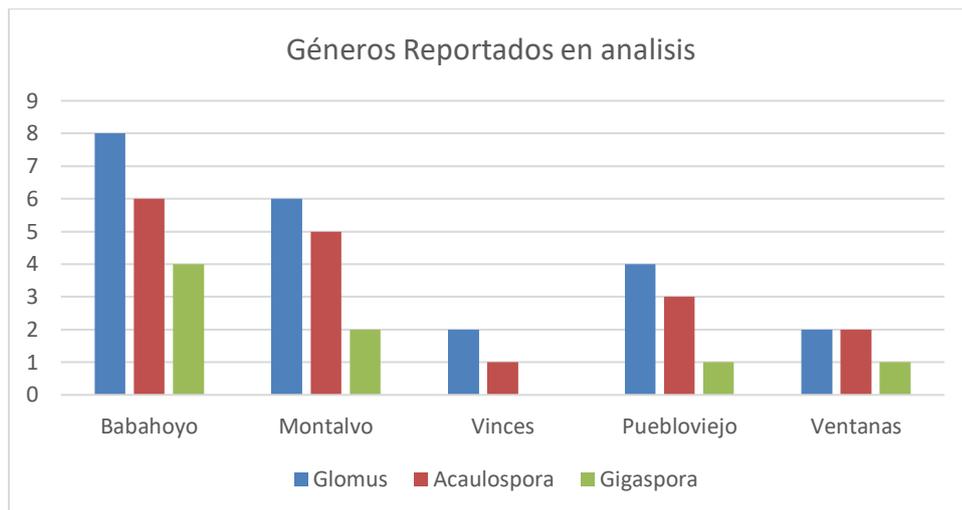


Fig 2. Géneros reportados por cantón. Los Ríos, 2020.

Reporte por cantón

Babahoyo

Para el cantón Babahoyo el sector de Pimocha presentó la mayor concentración de esporas (541 esporas/gss), teniendo menor densidad poblacional los suelos de la zona de Febres-Cordero con 16 esporas/gss (Figura 3).

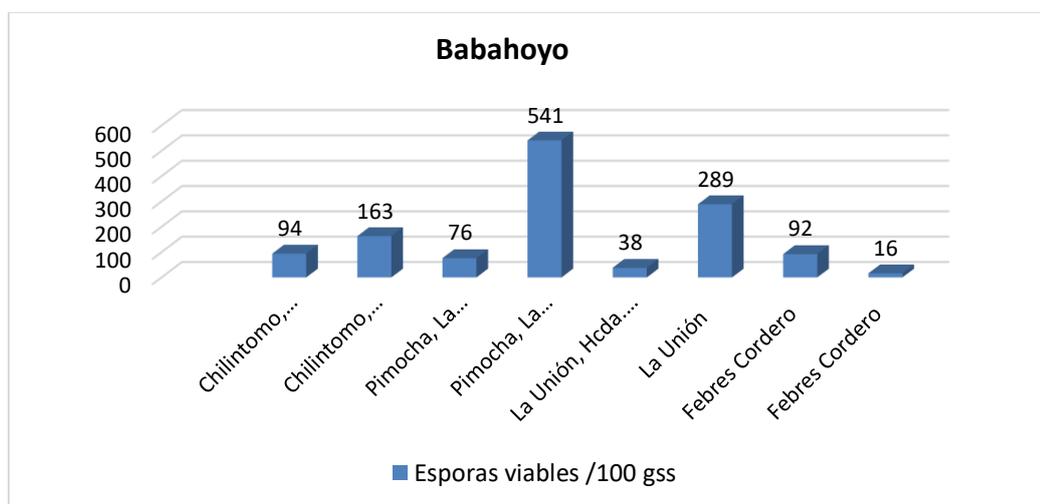


Fig 3. Densidad de esporas por cantón. Babahoyo, 2020.

El género *Glomus* estuvo presente en las ocho fincas muestreadas, *Acaulospora* en seis fincas y *Gigaspora* en cinco fincas (Figura 4).

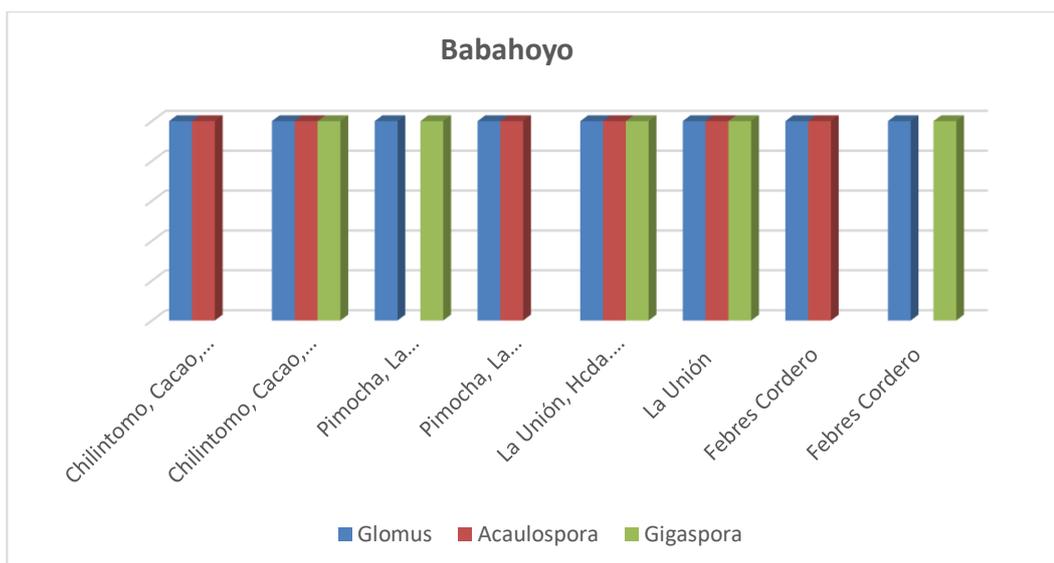


Fig 4. Géneros reportados por cantón. Babahoyo, 2020.

Montalvo

En el cantón Montalvo el sector de 24 de mayo presento la mayor concentración de esporas (1411 esporas/gss), teniendo menor densidad poblacional los suelos de la zona del Recinto San Manuel con 48 esporas/gss (Figura 5).

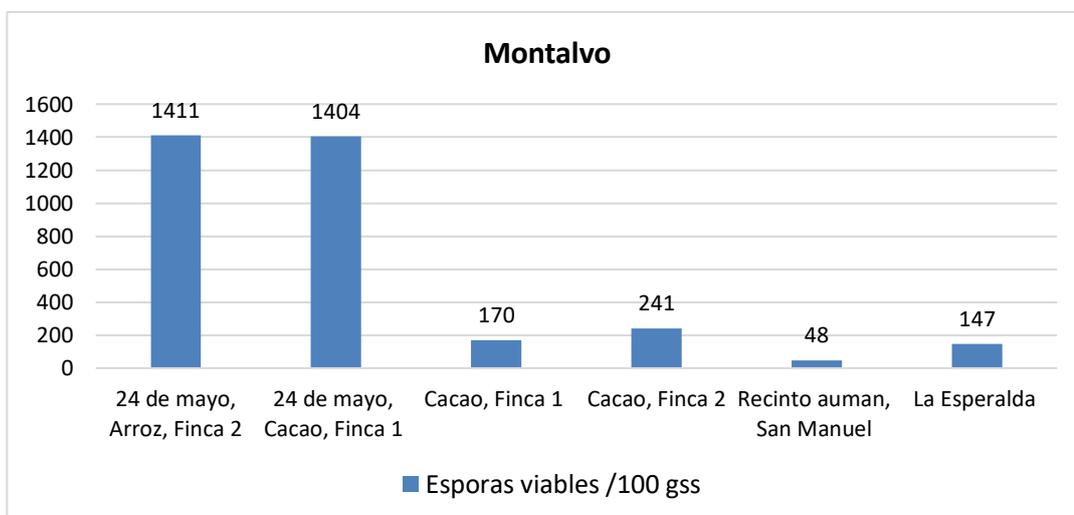


Fig 5. Densidad de esporas por cantón. Montalvo, 2020.

El género *Glomus* estuvo presente en las seis fincas estudiadas,

Acaulospora en cinco fincas y *Gigaspora* en dos fincas (Figura 6).

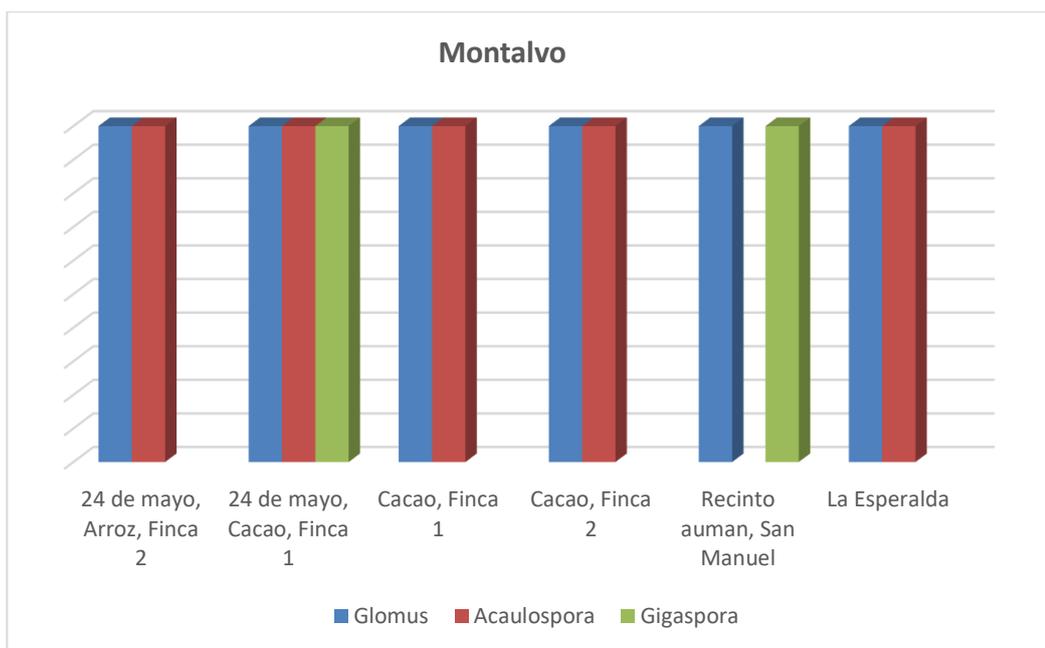


Fig 6. Géneros reportados por cantón. Montalvo, 2020.

Vinces

En el cantón Vinces el Santa Martha Finca 2 (Cacao) mostro la mayor concentración de esporas (407 esporas/gss), teniendo menor densidad poblacional los suelos de Santa Martha Finca 1 con 372 esporas/gss (Figura 7).

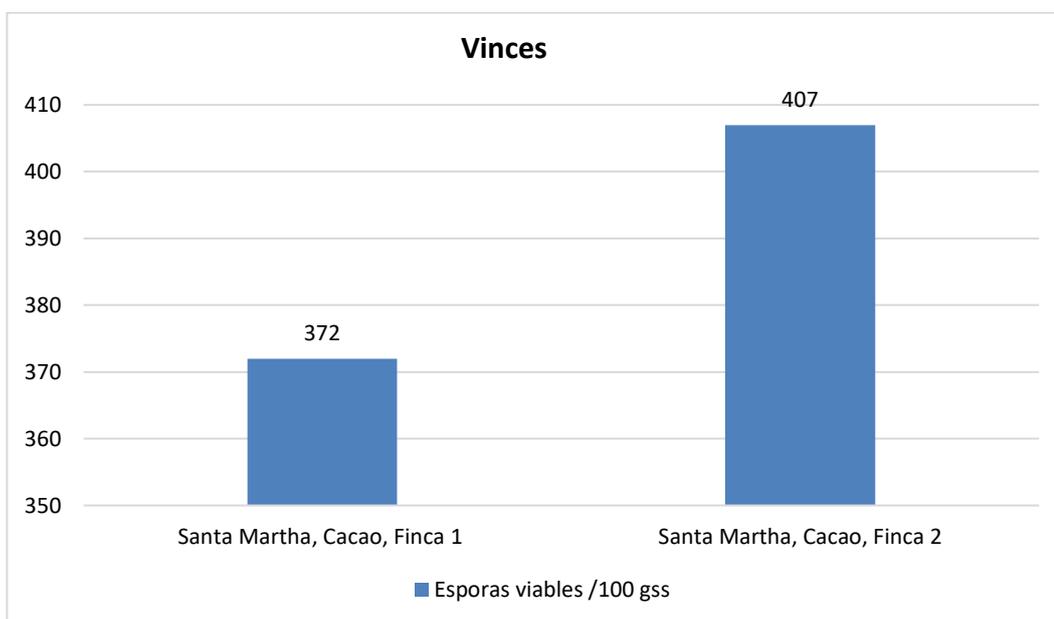


Fig 7. Densidad de esporas por cantón. Vinces, 2020.

El género *Glomus* estuvo presente en las dos fincas trabajadas, *Acaulospora* en una finca, no se catalogó el género *Gigaspora* en ninguna de las fincas (Figura 8).

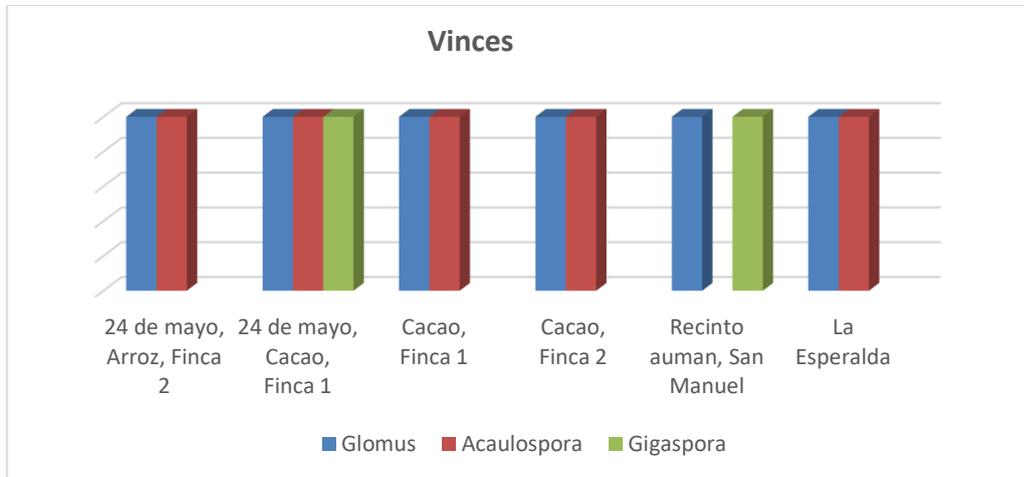


Fig 8. Géneros reportados por cantón. Vinces, 2020.

Puebloviejo

En el cantón Puebloviejo el sector San Juan finca Banano 1 presento la mayor concentración de esporas (173 esporas/gss), teniendo menor densidad poblacional los suelos de San Juan-La Unión con 13 esporas/gss (Figura 9).

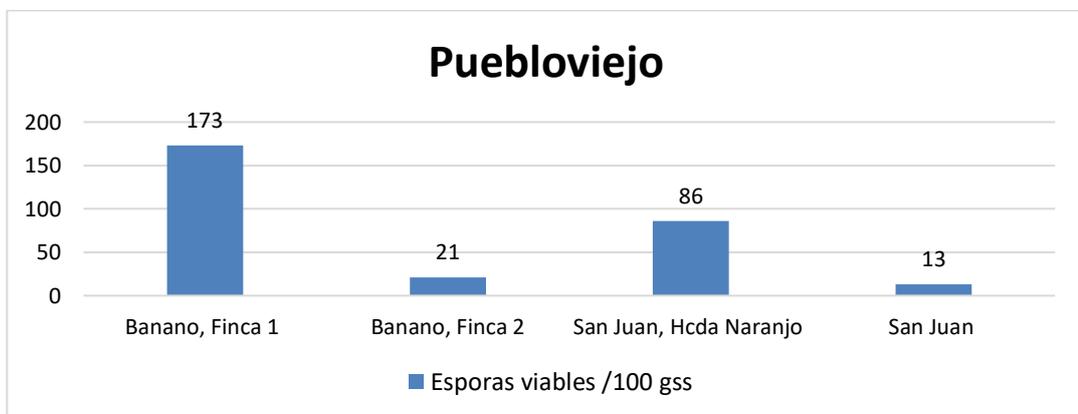


Fig 9. Densidad de esporas por cantón. Puebloviejo, 2020.

El género *Glomus* estuvo presente en las cuatro fincas muestreadas, *Acaulospora* en tres fincas, *Gigaspora* estuvo presente en dos fincas (Figura 10).

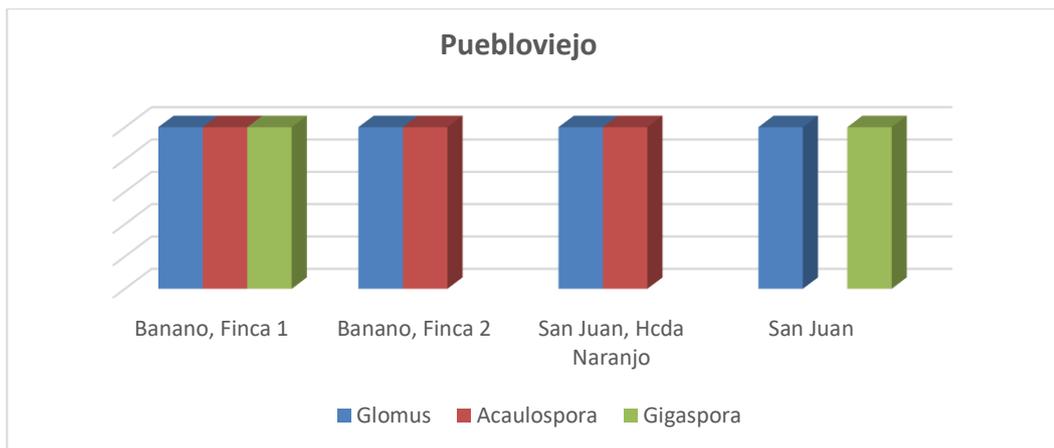


Fig 10. Géneros reportados por cantón. Puebloviejo, 2020.

Ventanas

Para el cantón Ventanas el sector de San Mateo presento la mayor concentración de esporas no solo del cantón sino de todas las fincas muestreadas (2223 esporas/gss), teniendo menor densidad poblacional los suelos de la zona de Aguas Frías con 220 esporas/gss (Figura 11).

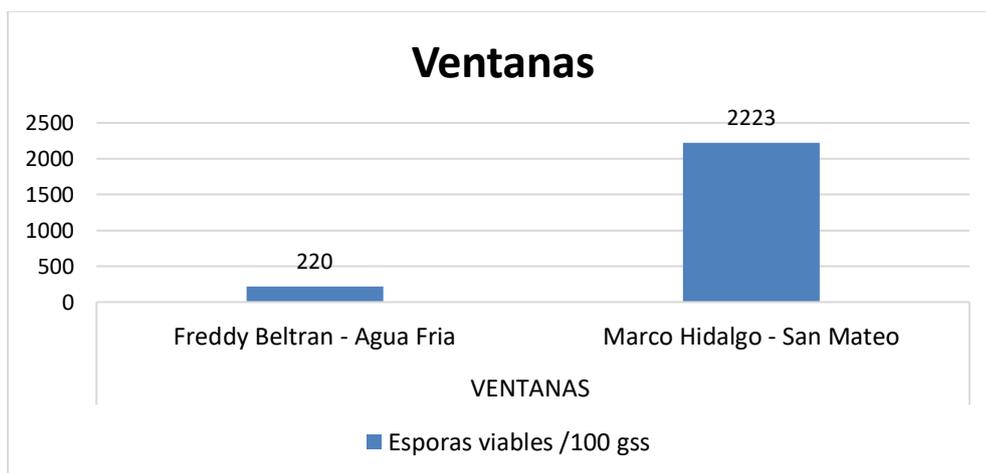


Fig 3. Densidad de esporas por cantón. Ventanas, 2020.

El género *Glomus* estuvo presente en las dos fincas evaluadas, *Acaulospora* igualmente en dos fincas y *Gigaspora* en una finca (Figura 12).

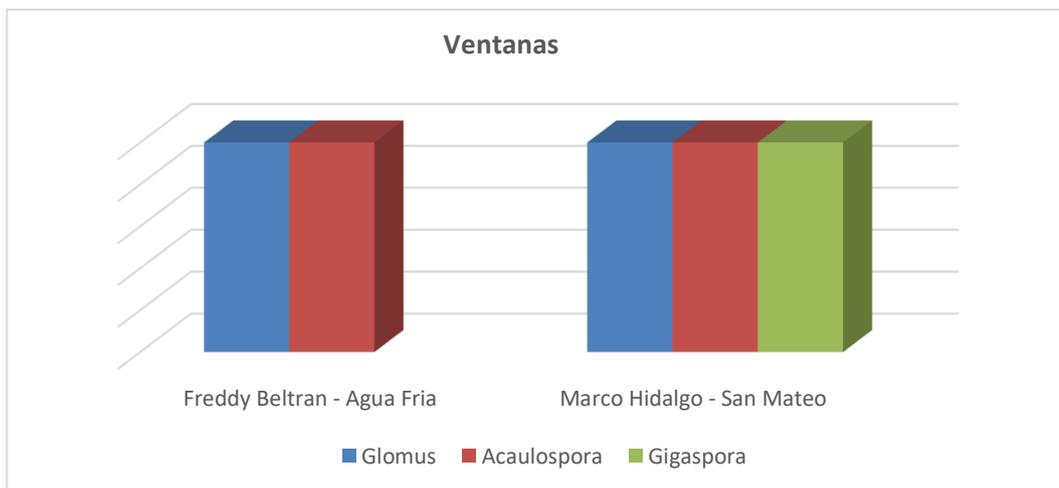


Fig 4. Géneros reportados por cantón. Babahoyo, 2020.

2.2. Soluciones planteadas

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 micorrízicos 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.

Los HMAS son de gran importancia debido a las asociaciones entre estos 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 resultados demuestran que los suelos de la provincia de Los Ríos presentan poblaciones muy variadas de micorrizas, así mismo, también una variación en cuanto a los géneros en los diferentes tipos de suelos. Esto se debe a los diferentes tipos de manejo agrícola que los agricultores dan a sus cultivos

tanto en el aspecto nutricional como en la aplicación de agroquímicos en los suelos.

Todas las especies de micorrizas reportadas tienen gran importancia desde el punto de orientación ecológico, ya que estas, 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 los diversos cultivos, pasan por la presencia de estos hongos y su función como biofertilizantes, es decir no debe basarse en los principios de la agricultura de altos insumos, ya que a mayores aplicaciones sus poblaciones quedan notablemente reducidas.

La carencia de estudios concretos sobre poblaciones de micorrizas en diversas zonas, genera un desconocimiento sobre el potencial productivos de los suelos, donde se pretende encontrar el cambio en el uso del cultivo y de la producción de este medio. En la información estudiada se identificó baja población de microorganismo presentes, así que el uso de biofertilizantes con micorrizas, está supeditado a la aplicación de estos previo a la siembra o conjunto con ella.

Hay que incrementar las poblaciones de estos hongos, con fines de elevar la actividad biológica del suelo agrícola, así como, también estos van a facilitar la solubilidad de los minerales primarios y secundarios, de esta manera incrementando la disponibilidad de estos, para ser aprovechados por las plantas, creando mejores condiciones para el desarrollo del cultivo.

2.3. Conclusiones

- A. Los hongos micorrícicos identificados a nivel de laboratorio con efecto benéfico sobre el crecimiento de los cultivos fueron, en especial los géneros *Glomus*, *Acaulospora* y *Gigaspora*, los cuales tienen un potencial considerable como biofertilizantes. Estos están presentes en la gran mayoría de predios.
- B. Las poblaciones de micorrizas son menores en aquellos cantones donde

se producen cultivos de ciclo corto, tendiendo estas a aumentar cuando se trata de cultivos de ciclo perenne y en suelos no trabajados. En condiciones de equilibrio, los suelos presentan contenidos estacionarios de estas poblaciones.

- C. La colonización por HMA, está directamente relacionadas con la captación de nutrimentos, principalmente P, puede ser considerada como una alternativa a explorar en la selección de genotipos eficientes de estas especies, de manera que la eficiencia nutrimental y el mecanismo biológico de la simbiosis de HMA en genotipos de diferente eficiencia nutrimental son alternativas que pueden contribuir con respuestas concretas, especialmente en suelos de baja fertilidad.
- D. El género *Glomus* es más frecuentemente encontrado en suelos fértiles, con altos niveles de nutrientes; al contrario de *Acaulospora* y *Gigaspora* que son más abundantes en suelos con bajo contenido o fijadores de nutrientes. Algunas especies del género *Glomus spp.*, tienen un amplio rango de distribución en el suelo, mientras otras especies del género *Acaulospora* están restringidas a suelos ácidos de las zonas estudiadas.
- E. El consorcio micorrízico de las zonas estudiadas (*Glomus*, *Acaulospora* y *Gigaspora*) fue mayor en las zonas de Babahoyo y Montalvo.

2.4. Recomendaciones

- A. Las poblaciones de micorrizas presentes en el recurso suelo, son bajas en la gran mayoría de fincas en los cantones evaluados, por lo que un proceso de inoculación y re-inoculación de los mismos es fundamental en el desarrollo del cultivo.
- B. Utilizar estrategias agronómicas de manejo integral apropiado de cultivos durante su ciclo productivo, entre ellos: Preparación de suelo, densidad de siembra, nutrición, labores culturales, entre otras, que garanticen el establecimiento de las poblaciones de micorrizas.
- C. Realizar procesos de investigación de las diferentes especies de hongos micorrízicos, con el fin de determinar población es en otras zonas de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alarcón, A. 2000. Fisiología y biotecnología de las micorrizas arbúsculares. En Ecología. México D.F: Mundi-Prensa. 125p.
2. Ayala, F. 2016. Efectos de la aplicación de un fertilizante a base de micorrizas arbúsculares en la producción del cultivo de maíz en la zona de Yaguachi. Tesis Maestría en Ciencias Agroecología. Universidad Agraria. Guayaquil, Ecuador. 111p.
3. Ballesteros, W., Unigarro, A., Cadena, C., Cadena, J. 2004. Evaluación de hongos formadores de micorrizas vesículo arbúsculares (mva) en la etapa de almacigo de cacao (*Theobroma cacao* L.), en Tumaco, Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas - Volumen xxi - Número I – II: 12-24.
4. Barea, J., Pozo, M., Azcón-Aguilar, C. 2016. Micorrizas en agricultura. Mycorrhiza and bioticstress laboratory. Revista Divulgación Científica 2019(2):31-41.
5. Barrer, S. 2009. El uso de hongos micorrízicos arbúsculares. ResearchGate, Editorial. New York, E.E.U.U. 10p.
6. Blanco, F., Salas, E. 2007. Micorrizas en la agricultura: Contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. Agronomía Costarricense 21, nº 1 (2007): 55-67.
7. Camarena, G. 2012. Interacción planta-hongos micorrízicos arbúsculares. Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente. SciELO-Scientific Electronic Library Online. 13p.
8. Camprubí, A. 2003. Canales Sectoriales. Obtenido de Canales Sectoriales: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/70971-Micorrizas-arbusculares.html>. Consultado 02-08-2020.
9. Castillo, M., Cueva, V. 2010. Caracterización morfológica de micorrizas arbúsculares asociadas en raíces de tomate de árbol silvestres (*Solanum cajanumesis*) y cultivado (*Solanum betacea*) en dos sectores de la ciudad de Loja. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. pp 20-34.
10. Colina, E. 2016. Efectos 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.
11. Cuenca, J. Cáceres, A., Oirdobro, C. 2007. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. SciELO - Scientific Electronic Library Online, 12p.
 12. Díaz, F. 2012. Efecto de la aplicación de hongos formadores de micorrizas arbusculares en el cultivo de maíz bajo diferentes concentraciones de fosforo en el suelo. Tesis Maestría en Ciencias Agroecología. Universidad Agraria. Guayaquil, Ecuador. 120p.
 13. Dorado, E. 2019. Evaluación de complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Ingeniera Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. 74p.
 14. Gerdemann, J.; Nicholson, T. 1963. Spores of Mycorrhizal endogene specie extracted from soil by wet sieving and decanting. British Mycological Society 46:235-244.
 15. Fernández, R. 2009. Las Micorrizas: Desenterrando un Tesoro. Instituto de Ecología y Sistemática. 12:14:35.
 16. Herrera Peraza, R., Hamel, C., Fernández, F., Ferre, RL., Furruzola, E. 2011. Soil-strain compatibility: ¿the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants? Mycorrhiza. 21:183-193.
 17. International Culture Collection of (vesicular) arbuscular mycorrhizal fungi – INVAM. 2020. Methods of exploration and manipulate fungi in Glomeromycota. Davis College of Agriculture, Natural Resources and Desing. Morantown. 13 ed. West Virginia. 256p.
 18. Latacela, W., Colina, E., Castro, C., Santana, D., León, J., García, G., Goyes, M., Vera, M. 2017. Efectos de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre poblaciones de micorrizas asociadas al cultivo de cacao. European Scientific Journal. February 2017. Edition Vol.13, No.6 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. doi: 10.19044/esj.2017.v13n6p464
 19. Llerena, A. 2010. Efecto de la Simbiosis entre (*Bradyrhizobium japonico*) con micorrizas arbusculares para la mejora de la producción de soya en el litoral ecuatoriano. Manual técnico 1. Imprenta UCSG. Guayaquil, Ecuador. 18p.

20. Maldonado, L., Morales, R., Bravo, V., Bernal, G. 2012. Determinación del grado de asociación micorrízica y la evaluación de su eficiencia en la absorción de fósforo en fase de vivero. In XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Cuenca-Ecuador. pp 45-48.
21. Modjo, H., Hendrix, J., Jhonson, W., Rossi, G. 2006. The mycorrhizal fungus *Glomus macrocarpum* as a cause of tobacco stunt disease. *Phytopathology*. 24(2):44-56.
22. Morell, F., Hernández, A., Borges, Y., Marentes, F. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungal activity on soil structure. *Cultivos tropicales* 30(4):25-35.
23. Paredes, E. 2019. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre las poblaciones de hongos micorrízicos de suelos y en la producción de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Babahoyo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. 71p.
24. 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 ciencia Animal* 3(2):11-18.
25. Prieto, O., Belezaca, C., Mora, W., Garcés, F. Sabando, F., Cedeño, P. 2012. Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en sistemas agroforestales con cacao en el trópico húmedo ecuatoriano. *Agronomía Mesoamericana* 23(2):233-239. ISSN: 1021-7444
26. Sieverding, E. 2011. Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Proyecto Micorriza, 5 ed. 245p.
27. Sieverding, E. 2007. Vesicular-arbuscular mycorrhizal management in tropical agrosystems. Informe tecnico. Technical Cooperation Federal Republic of Germany. 371p.

ANEXOS

