



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Proyecto de investigación  
previo a la obtención del título  
de Ingeniera Forestal

**Tema:**

COLONIZACIÓN MICORRÍZICA EN CUATRO ESPECIES FORESTALES DEL  
BOSQUE “NOÉ MORÁN” DEL HUMEDAL ABRAS DE MANTEQUILLA.

**Autora:**

Ariana Patricia Zambrano Mazón

**Director de Proyecto de Investigación:**

Dr. Oscar Oswaldo Prieto Benavides

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador**

**2021**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Zambrano Mazón Ariana Patricia**, declaro bajo juramento que el trabajo descrito es de mi autoría; el cual no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Zambrano Mazón Ariana Patricia**

**C.I.: 094130888-4**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, Dr. Oscar Prieto Benavides, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Zambrano Mazón Ariana Patricia, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado Colonización micorrízica en cuatro especies forestales del bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla, previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



---

**Dr. Oscar Oswaldo Prieto Benavides**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

# CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



## Document Information

---

Analyzed document TESISFINAL.docx (D97748914)  
Submitted 3/9/2021 4:26:00 PM  
Submitted by  
Submitter email oprieto@uteq.edu.ec  
Similarity 8%  
Analysis address oprieto.uteq@analysis.arkund.com

A handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and includes the words "OSCAR" and "PRIETO" written in capital letters. There is a large, circular flourish on the left side and a smaller flourish on the right side.

---

**Dr. Oscar Oswaldo Prieto Benavides**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

Colonización micorrízica en cuatro especies forestales del bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

Presentado como requisito previo a la obtención del título de ingeniera forestal.

Aprobado por:

---

Dr. Jaime Morante Carriel  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. For. Fabricio Meza Bone M.Sc.  
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

---

Dr. Nicolás Cruz Rosero  
INTEGRANTE DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

## **AGRADECIMIENTO**

A mi director de proyecto de investigación Dr. Oscar Prieto Benavides, quien desde el primer momento me brindó su amistad, paciencia y motivación que ha sido importante para dicha investigación, gracias por haber compartido sus conocimientos y ser una maravillosa persona.

Al Ingeniero Erick García por su apoyo en el área de laboratorio. Por ser una excelente persona, amigable, y risueña.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en especial a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, que contribuyeron a mi formación profesional.

A todos mis amigos con los que compartí dentro y fuera de las aulas, en especial a Dafne, Nicolle, Génesis, Michelle, Luis, Jaritza, Marjorie, Jocselyn y Julio, con ustedes he compartido las experiencias más grandes de mi vida, los llevaré siempre en mi corazón y mis recuerdos, se convirtieron en amigos de toda la vida, los voy a extrañar.

A mi tribunal de tesis por su ayuda en la revisión del proyecto de investigación.

A mis dos compañeras de trabajo, Dafne y Roselia por brindarme su apoyo, y haber tenido un excelente ambiente de trabajo en equipo.

A Julio Díaz por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento durante el transcurso de mi carrera.

## DEDICATORIA

A Dios por ser tan bueno y generoso conmigo, por siempre escuchar cada una de mis oraciones, por nunca dejarme sola, y por siempre sentir su presencia en mí.

A mis padres, Dolores Mazón y Patricio Zambrano, quienes, con su infinito amor, sacrificio y sabiduría me brindaron su confianza y apoyo en todo momento para lograr una de mis metas, por ser los principales promotores de mis sueños, por cada día confiar y creer en mí, por desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida. Sobre todo, gracias por el amor tan grande que me dan.

A mis abuelitos, Martha Barreiro y Atilio Zambrano (+) por haber sido incondicionales, estar siempre ahí que los necesité, tanto en los estudios como en mi vida diaria, por brindarme su apoyo, por el amor que me dan, por enseñarme a disfrutar cada momento de la vida, por creer en mí. En especial a mi adorado Papitilio que está en el cielo, me hubiera encantado que estuvieras presente físicamente en este logro de mi vida, te amo.

A mis hermanas Karla y Pamela, que siempre me ofrecieron su cariño, sus ánimos y ganas de seguir adelante. A mi sobrina Doménica por haber llegado alegrarnos la vida con su dulzura y carisma.

A la maravillosa familia que tengo, se han preocupado por mí desde el primer momento que llegué a este mundo, en especial a mi tía Teresa, Nieve, Esther.

*Ariana Patricia Zambrano Mazón*

## RESUMEN

El presente estudio se lo realizó con el fin de determinar la relación suelo-hongo-planta en el bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla. Para ello se recolectaron tres muestras al azar de suelo y raicillas a una profundidad de 0-20 cm, por cada especie forestal de *Albizia guachapele* (Guachapelí), *Cecropia peltata* (Guarumo), *Eugenia pustulescens* (Guayabo de monte), y *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), por lo general en ese espacio se encuentra mayor actividad microbiana. La determinación del porcentaje de colonización fue realizada en raíces coloreadas con el método de (Phillips y Hayman, 1970). Para determinar la diferencia entre medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de colonización, variando de 43,7% y 6,3%. En la correlación de Pearson, las diferencias entre los promedios fueron determinadas por la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) y nivel de significancia ( $P < 0,01$ ), la especie *G. ulmifolia*, presentó correlaciones altas con pH (0,72), Al (0,83), K (0,63) y Mn (0,53). En *A. guachapele* correlaciones altas se tuvieron con Fe (0,849), M.O (0,69), Zn (0,59) y Ca (0,57). En la especie *E. pustulescens* con pH, (0,63), Mg (0,58) y Cu (0,61). La especie *C. peltata* presentó mayor correlación con los elementos Ca (0,89), P (0,68), pH (0,56), Al (0,56), Mn (0,68) y M.O (0,42), en cuanto a los atributos granulométricos la especie *G. ulmifolia*, presentó correlación solo con la textura arcilla con un valor de 0,43 y una significancia de 0,46. A diferencia de la especie *C. peltata* que presentó correlación con la textura arena con un valor de 0,83 y una significancia de 0,08. Sin embargo, las especies *A. guachapele* y *E. pustulescens* no presentaron correlaciones con ninguna textura del suelo. La especie *C. peltata* presentó niveles mayores de colonización y mayor relación con los atributos químicos-granulométricos del suelo.

**Palabras claves:** colonización, micorrizas, HMA, correlación, elementos químicos.

## ABSTRACT

This study was conducted to determine the soil-fungus-plant relationship in the "Noé Morán" forest of the Abras de Mantequilla wetland. For this purpose, three random samples of soil and rootlets were collected at a depth of 0-20 cm, for each forest species of *Albizia guachapele* (Guachapelí), *Cecropia peltata* (Guarumo), *Eugenia pustulescens* (Guayabo de monte), and *Guazuma ulmifolia* (Guasmo), as this space is usually the one with the highest microbial activity. The determination of the percentage of colonization was carried out on colored roots with the method of (Phillips and Hayman, 1970). To determine the difference between means, the Tukey test was used at 5% significance. The results showed statistically significant differences between the colonization percentages, ranging from 43.7% to 6.3%. In Pearson's correlation, the differences between the averages were determined by Tukey's test ( $P < 0,05$ ) and significance level ( $P < 0,01$ ), the species *G. ulmifolia*, presented high correlations with pH (0.72), Al (0.83), K (0.63) and Mn (0.53). In *A. guachapele*, high correlations were found with Fe (0.849), M.O (0.69), Zn (0.59) and Ca (0.57). In the species *E. pustulescens* with pH, (0.63), Mg (0.58) and Cu (0.61). The species *C. peltata* presented a higher correlation with the elements Ca (0.89), P (0.68), pH (0.56), Al (0.56), Mn (0.68) and M.O (0.42), as for the granulometric attributes, the species *G. ulmifolia*, presented a high correlation only with the clay texture with a value of 0.43 and a significance of 0.46. In contrast, the species *C. peltata* presented a high correlation with the sand texture with a value of 0.83 and a significance of 0.08. However, the species *A. guachapele* and *E. pustulescens* did not present correlations with any soil texture. The species *C. peltata* presented higher levels of colonization and a greater relationship with the chemical-granulometric attributes of the soil.

**Keywords:** colonization, mycorrhizae, AMF, correlation, chemical elements.

## TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Problema de la investigación .....	4
1.1.1. Diagnóstico.....	4
1.1.2. Pronóstico .....	4
1.1.3. Formulación del problema.....	4
1.1.4. Sistematización.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General. ....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6

CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.1. Micorrizas.....	9
2.1.2. Hongos micorrízicos arbusculares.....	9
2.1.3. Simbiosis micorrízica arbuscular. ....	10
2.1.4. Características de las especies forestales.....	11
• <i>Albizia guachepete</i> (Guachapelí). ....	11
• <i>Cecropia peltata</i> (Guarumo).....	11
• <i>Eugenia pustulescens</i> (Guayabo de monte). ....	11
• <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guasmo).....	12
2.1.5. Importancia de la micorriza arbuscular. ....	12
2.1.6. Tipos de micorrizas. ....	12
2.1.7. Mecanismos de colonización.....	14
2.1.8. La asociación de las micorrizas arbusculares.....	15
2.1.9. Los beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA).....	15
2.1.10. Bosque humedal abras de mantequilla. ....	16
2.1.11. Importancia de los humedales. ....	16
2.2. Marco referencial.....	17
2.2.1. Especies en el trópico que establecen colonización micorrízica. ....	17
CAPÍTULO III .....	19

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
3.1. Localización de la investigación.....	20
3.2. Características edafoclimáticas.....	21
3.3. Materiales.....	21
3.3.1. Materiales de campo.....	21
3.3.2. Materiales de laboratorio.....	21
3.3.4. Reactivos. ....	22
3.3.5. Equipos.....	22
3.4. Metodología.....	23
3.4.1. Tipo de investigación. ....	23
3.4.2. Método de investigación.....	23
3.4.3. Campo.....	23
3.4.4. Muestreo de suelo.....	24
3.4.5. Muestreo de raíz. ....	24
3.4.6. Laboratorio. ....	24
3.4.7. Análisis estadístico. ....	28
CAPÍTULO IV .....	29
RESULTADOS .....	29
4.1. Resultados esperados.....	30
4.1.1. Porcentaje de colonización micorrízica en raíces de <i>C. peltata</i> , <i>E. pustulescens</i> , <i>A. guachapele</i> y <i>G. ulmifolia</i> en el bosque secundario “Noé Morán”.	
.....	30

4.1.2. Asociaciones forestales y pH del suelo en el bosque secundario “Noé Morán”.	31
4.1.3. Análisis químico de las muestras de suelo en las diferentes especies forestales del bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.....	32
4.1.4. Análisis granulométrico de las muestras de suelo correspondientes a las diferentes especies forestales del bosque secundario “Noé Morán” del humedal abras de mantequilla. ....	34
4.1.5. Porcentaje de colonización micorrízica entre individuos de la misma especie: <i>C. peltata</i> , <i>E. pustulescens</i> , <i>A. guachapele</i> y <i>G. ulmifolia</i> en el bosque secundario “Noé Morán. ....	35
4.1.6. Correlación entre la colonización micorrízica y los atributos químicos-granulométricos del suelo. ....	36
4.2 Discusión. ....	39
CAPITULO V.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
5.1. Conclusiones. ....	42
5.2. Recomendaciones. ....	43
CAPÍTULO VI.....	44
BIBLIOGRAFÍA .....	44
6.1. Bibliografía .....	45
CAPÍTULO VII.....	54
ANEXOS .....	54

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación geográfica de las muestras recolectadas en el Bosque secundario “Noé Morán” del humedal abras de mantequilla, Cantón Vinces, provincia de los Ríos. .....	20
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de densidad de colonización micorrízica en raíces <i>Cecropia peltata</i> , <i>Eugenia pustulescens</i> , <i>Albizia guachapele</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i> en el bosque protector “Noé Morán”. .....	35

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características edafoclimáticas del bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.....	21
<b>Tabla 2.</b> Colonización micorrízica en raíces de <i>G. ulmifolia</i> , <i>A. guachapele</i> , <i>E. pustulescens</i> y <i>C. peltata</i> en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.....	30
<b>Tabla 3.</b> Asociaciones forestales y pH del suelo en solución de Agua (H <sub>2</sub> O) en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla ubicado en el cantón Vinces. .....	31
<b>Tabla 4.</b> Atributos químicos de las muestras de suelo recogidas en la estación lluviosa en presencia/ausencia <i>G. ulmifolia</i> , <i>A. guachapele</i> , <i>E. pustulescens</i> y <i>C. peltata</i> en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.....	33
<b>Tabla 5.</b> Atributos granulométricos de las muestras de suelo recogidas en la época lluviosa de las especies forestales: <i>G. ulmifolia</i> , <i>A. guachapele</i> , <i>E. pustulescens</i> y <i>C. peltata</i> en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.....	34

**Tabla 6.** Correlación (r) entre colonización micorrízica de esporas de HMA y los atributos químicos del suelo en las especies *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens*, y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán” ..... 37

**Tabla 7.** Correlación (r) entre colonización micorrízica de esporas de HMA y la granulometría del suelo en las especies *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán” ..... 38

## **INDICE DE ANEXOS**

**Anexo 1.** Recolección y almacenamiento de las muestras de suelos y raíz ..... 54

**Anexo 2.** Preparación de las soluciones ..... 54

**Anexo 3.** Procedimiento para la tinción de raíces ..... 55

**Anexo 4** Medición del pH del suelo y observación de las muestras de raíces. .... 57

**Anexo 5.** Fotografías de las raíces observadas ..... 57

**Anexo 6** Cuadro del registro de las observaciones..... 60

## CÓDIGO DUBLIN

Título:	Colonización micorrízica en cuatro especies forestales del bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.				
Autora:	Zambrano Mazón Ariana Patricia				
Palabras claves:	Colonización	Micorrizas	HMA	correlación	Elementos químicos
Fecha de publicación:					
Editorial:	FCA, Carrera de Ingeniería Forestal, Zambrano, A.				
Resumen: (hasta 350 palabras)	<p>El presente estudio se lo realizó con el fin de determinar la relación suelo-hongo-planta en el bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla. Para ello se recolectaron tres muestras al azar de suelo y raicillas a una profundidad de 0-20 cm, por cada especie forestal de <i>Albizia guachapele</i> (Guachapelí), <i>Cecropia peltata</i> (Guarumo), <i>Eugenia pustulescens</i> (guayabo de monte), y <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guasmo), por lo general en ese espacio se encuentra mayor actividad microbiana. La determinación del porcentaje de colonización fue realizada en raíces coloreadas con el método de (Phillips y Hayman, 1970). Para determinar la diferencia entre medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los porcentajes de colonización, variando de 43,7% y 6,3%. En la correlación de Pearson, las diferencias entre los promedios fueron determinadas por la prueba de Tukey (<math>P &lt; 0,05</math>) y nivel de significancia (<math>P &lt; 0,01</math>), la especie <i>G. ulmifolia</i>, presentó correlaciones altas con pH (0,72), Al (0,83), K (0,63) y Mn (0,53). En <i>A. guachapele</i> correlaciones altas se tuvieron con Fe (0,849), M.O (0,69), Zn (0,59) y Ca (0,57). En la especie <i>E. pustulescens</i> con pH, (0,63), Mg (0,58) y Cu (0,61). La especie <i>C. peltata</i> presentó mayor correlación con los elementos Ca (0,89), P (0,68), pH (0,56), Al (0,56), Mn (0,68) y M.O (0,42), en cuanto a los atributos granulométricos la especie <i>G. ulmifolia</i>, presentó correlación solo con la textura arcilla con un valor de 0,43 y una significancia de 0,46. A diferencia de la especie <i>C. peltata</i> que presentó correlación con la textura arena con un valor de 0,83 y una significancia de 0,08. Sin embargo, las especies <i>A. guachapele</i> y <i>E. pustulescens</i> no presentaron correlaciones con ninguna textura del suelo. La especie <i>C. peltata</i> presentó niveles mayores de colonización y mayor relación con los atributos químicos-granulométricos del suelo.</p>				
Descripción	Hojas dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM				
URL:					

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, uno de los mayores limitantes para la producción sostenible y eficiente, es la degradación y contaminación de los suelos, también la aclimatación, adaptación y multiplicación (Azcón y Barea, 1997), debido a que las plantas se encuentran expuestas a diversas condiciones de estrés que retardan su desarrollo y disminuyen su rendimiento debido al uso desmedido de insumos químicos como fertilizantes y pesticidas, lo cual conlleva a una gran contaminación, y la degradación de ecosistemas frágiles (Hernández y Salas, 2009).

El uso enorme de los fertilizantes químicos para tener una mayor productividad, tiene consecuencia en la contaminación del suelo y agua, ocasionando que los recursos naturales se vayan degradando (Adesemove y Kloepper, 2009). Estudios han demostrado que los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) sobresalen por su función ecológica, tienen una alta incidencia en la estabilidad de ecosistemas donde las condiciones edáficas son extremas (Noda, 2009).

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualista entre las raíces de las plantas vasculares y las hijas de los hongos micorrízicos, estas incrementan la superficie radical y así facilitan la absorción de agua y elementos esenciales (Muñoz *et al.*, 2009). Una de las funciones de los HMA es liberar y solubilizar los nutrientes del suelo que se encuentran parcialmente inmóviles, como el Zinc (Zn) y el Fósforo (P), y colocar los elementos minerales a disposición de la planta para lograr un aumento en su crecimiento., le brindan protección contra patógenos, y a cambio de ello la planta le entrega carbohidratos y proteínas para su sostenimiento metabólico (Noda, 2009).

Los (HMA) brindan protección a la raíz contra patógenos durante el crecimiento de las plantas (Pilco, 2015). Al conocer la relación suelo-hongo-planta, se contribuye a un mejor entendimiento de la interacción existente entre los microorganismos que habitan el suelo, las características químicas y granulométricas del suelo y las especies forestales existente en el bosque “Noé Morán”, así, se puede utilizar técnicas como el aislamiento, inoculación y la utilización de microorganismos benéficos (HMA) como biofertilizantes

y obtener plantas más fuertes y protegidas, ya que la planta tendría mejor capacidad de recibir nutrientes del suelo, y contribuir al conocimiento de estos ecosistemas.

El objetivo principal del presente proyecto de investigación fue determinar las correlaciones existentes entre la simbiosis micorrízica, suelo y cuatro especies forestales de *A. guachapele* (Guachapelí), *C. peltata* (Guarumo), *E. pustulescens* (guayabo de monte), y *G. ulmifolia* (Guasmo), presentes en el bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla en la provincia de los Ríos.

## **CAPÍTULO I**

# **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación**

### **1.1.1. Diagnóstico.**

El bosque “Noé Morán” ubicado en el Humedal Abras de Mantequilla, Cantón Vinces, Provincia de los Ríos, posee características edafoclimáticas adecuadas para el desarrollo de microorganismos benéficos como por ejemplo hongos micorrízicos arbusculares, en vista del desconocimiento existente en el sitio de estudio acerca de las correlaciones entre estos hongos simbioses y las especies arbóreas, la presente investigación busca entender cómo funciona esa simbiosis utilizando cuatro especies forestales, lo cual provoca impactos positivos ya que ayudan incrementando la absorción de nutrientes esenciales permitiendo así la supervivencia en época seca, entre otros beneficios ecosistémicos y en la economía de sus habitantes.

### **1.1.2. Pronóstico**

Desconocimiento de la relación suelo-hongo-planta presentes en el bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

### **1.1.3. Formulación del problema.**

¿Cuál es la relación suelo-hongo-planta en el bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla?

### **1.1.4. Sistematización.**

¿Cuál es el porcentaje de colonización micorrízica en las especies de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*?

¿Cuál es la caracterización química y granulométrica del suelo del bosque Noé Morán?

¿Cuál es el la relación entre la colonización micorrízica y los atributos químicos y granulométricos del suelo?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Determinar la relación suelo-hongo-planta en el bosque Noé Morán del Humedal Abras de Mantequilla.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar el porcentaje de colonización micorrízica en cuatro especies forestales.
- Caracterizar química y granulométrica el suelo del bosque “Noé Morán”.
- Correlacionar la colonización micorrízica con los atributos químicos y granulométricos del suelo.

### 1.3. Justificación.

La degradación y contaminación de los suelos son los mayores limitantes en la producción causando baja fertilidad a los sitios de establecimiento, como resultado existen bajas tasas de crecimiento en campo, ocasionando bajos rendimientos en las plantaciones forestales en este caso de *Albizia guachapele*, *Cecropia peltata*, *Eugenia pustulescens* y *Guazuma ulmifolia*, para lograr un adecuado balance de los elementos nutricionales en el cultivo se necesita aplicación de productos de origen orgánico como insecticidas, fungicidas, materia orgánica, sustratos inertes u orgánicos, fertilizantes dosificados racionalmente o con el uso de fertilizantes de liberación lenta e incluso con la interacción de microorganismos benéficos (Perotto et al., 1998), como (HMA). Los microorganismos del suelo juegan un rol en la sostenibilidad del sistema ya que intervienen en procesos bioquímicos que tienen que ver con la descomposición de la materia orgánica, mineralización de nutrientes y su disponibilidad para las plantas, resultando en un reciclamiento eficiente, importante para el crecimiento y desarrollo de las especies de planta, se ha determinado que la mayoría de las plantas están asociadas simbióticamente con ciertos hongos benéficos del suelo formando micorrizas, principalmente de tipo arbuscular (Rojas, 2010).

Estos hongos micorrízicos arbusculares merecen especial atención por sus efectos benéficos como el aumento en la capacidad de absorción de las raíces, aumento en la movilización y transferencia de nutrientes del suelo a la planta, mejor desarrollo de microorganismos solubilizadores de P en la micorizósfera, aumento en el establecimiento, nodulación y capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico en leguminosas, modificación en las relaciones planta-patógeno, secreción de antibióticos, aumento en la producción de hormonas de crecimiento, modificación de la relación suelo-planta-agua y mejor agregación de las partículas del suelo (Ruiz, 2008).

De este modo los HMA contribuyen con beneficios económicos para el productor, se pueden obtener plantas de mayor calidad, preservar el ambiente, evitando con esto agravar los problemas de contaminación que actualmente presenta nuestro planeta (Alarcón y Ferrera, 1999). Más del 90% de las comunidades vegetales que se encuentran habitando el planeta, presentan la característica de formar la simbiosis micorrízica, las

cuales tienen especial importancia para los aspectos ecológicos, así como en los procesos agrícolas y forestales (Malloch et al., 1980). Tienen menores costos de producción, manejo de productos orgánicos, obtención de plantas con superior vigor y calidad en menor tiempo (Alarcón y Ferrera, 1999).

El principal reto está dirigido al manejo de estos hongos con el fin de producción de inoculante de calidad, en cantidad suficiente, con el fin de abastecer de manera comercial a los productores, al igual que se asegure la limpieza de los inoculantes en cuestión de microorganismos patógenos (Feldman *et al.*, 1998). El manejo o establecimiento de la biotecnología que representan los hongos micorrízicos arbusculares, se debe realizar en las primeras fases del crecimiento y/o establecimiento de las plantas, de modo que reciban el mayor beneficio (Alarcón y Ferrera, 1999).

Estos hongos no presentan problemas por especificidad hacia sus hospedantes, es necesario realizar ciertas pruebas de selección encaminadas a los propósitos de los productores, es necesario utilizar aquellos con mayor afinidad hacia su hospedante en particular, ya que algunos hongos nativos de suelo rizoférico de plantaciones específicas han promovido mayores efectos que cepas aisladas de otros agroecosistemas (González y Ferrera, 1993). Esto permite inferir que la potenciación de hongos nativos puede resultar altamente favorable, ya que estos están en mayor ventaja por su grado de adaptación a las diversas condiciones edafoclimáticas (Alarcón y Ferrera, 1999).

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual.**

### **2.1.1. Micorrizas.**

Se llama de esta forma a la simbiosis entre determinados tipos de hongos y las raíces de las plantas. Etimológicamente, el término se ha conformado de las palabras griegas mico = hongo y riza = raíz (Hernández, 2004).

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre hongos y plantas. Esta simbiosis se forma en las raíces de la mayoría de las plantas terrestres donde los hongos desarrollan estructuras específicas que intervienen principalmente en el intercambio de nutrientes entre ambos simbioses (Urcelay *et al.*, 2005).

### **2.1.2. Hongos micorrízicos arbusculares.**

Los HMA están compuestos por hifas, las cuales son filamentos tubulares y el micelio es el grupo de hifas que conforman el cuerpo del hongo. La primordial característica morfológica de dichos hongos son los arbusculos, construcciones típicas de la colonización que el hongo lleva a cabo en el centro de las células de la corteza de la raíz por ramificación dicotómica repetida de sus hifas (Sánchez *et al.*, 2004).

Los hongos micorrízicos proporcionan una mayor superficie de absorción que los pelos radiculares, estos ayudan a la absorción de los iones relativamente inmóviles en el suelo, como el fosfato, el cobre y el zinc. Además, las plantas que son micorrizadas tienen mayor tolerancia a los metales tóxicos, a los patógenos de las raíces, a la sequía, a la temperatura alta del suelo, al pH adverso del suelo y al shock del trasplante (Munyanziza *et al.*, 1997).

Forman asociaciones mutualistas y simbióticas con las raíces de más del 80% de las plantas terrestres. Los hongos son incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia de una raíz huésped. Sus esporas pueden germinar y crecer en ausencia de un huésped, pero su crecimiento de hifas es muy limitado (Akiyama *et al.*, 2005).

El tipo de asociación hongo-raíz más extendido en la naturaleza quizás sea la llamada endomicorriza o micorriza arbuscular, formada por ciertos zigomicetos, los cuales no desarrollan red de Hartig y colonizan intracelularmente la corteza de la raíz mediante construcciones especializadas llamadas arbuscúlos, que trabajan como órganos de trueque de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped. Ciertos géneros de dichos hongos conforman además otro tipo de construcciones denominadas vesículas, compuestas primordialmente por lípidos. Estas vesículas permanecen presentes intercelularmente en la corteza de la raíz y se consideran reservorios de nutrimentos para el hongo. La existencia tanto de arbuscúlos como de vesículas dio lugar a que la simbiosis se conociera originalmente como vesículo-arbuscular (VA), no obstante, sólo algunas de las especies de hongos conforman vesículas, por lo cual actualmente la agrupación se denomina como micorriza arbuscular (MA) (Aguilera *et al.*, 2007).

### **2.1.3. Simbiosis micorrízica arbuscular.**

La planta implicada en la simbiosis es aprovisionada de nutrientes por parte del hongo que promueve el crecimiento vegetal, a cambio de energía para reproducción del HMA, la simbiosis micorrízica da a la planta beneficios como la promoción de crecimiento vegetal y protección contra enfermedades (Quiñones *et al.*, 2019). Uno de los beneficios más claros de la simbiosis micorrízica es el incremento de la capacidad de absorción de los nutrientes y el agua por las raíces micorrizadas y por ende en el rendimiento de los cultivos, y si bien inicialmente se relacionó en lo fundamental con la nutrición fosfórica, en los últimos años se ha establecido la existencia de efectos directos de la micorrización sobre los diferentes elementos minerales (Rivera *et al.*, 2006).

Proporciona una gama de beneficios a la planta huésped. Estos incluyen una mejor nutrición, una mayor resistencia a las plagas y enfermedades transmitidas por el suelo, una mayor resistencia a la sequía, la tolerancia a los metales pesados y una mejor estructura del suelo (Gosling, 2006).

#### 2.1.4. Características de las especies forestales.

- *Albizia guachepele* (Guachapelí).

Originario de América, cultivado en la costa seca/húmeda y Amazonía, prefiere suelos profundos. En altitudes entre 0-800 msnm, en las provincias de El Oro, Esmeraldas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Napo y Sucumbíos. Árbol caducifolio de 20-25 m de altura y 40-50 cm de DAP. La madera es amarilla, medianamente dura. Se utiliza en ebanistería, construcción, postes. Las hojas, flores y frutos son forraje para el ganado. Se elabora aguardiente con el azúcar contenido en las semillas. Usada con frecuencia en ornamentación de avenidas y parques. Fija nitrógeno atmosférico y provee sombra en sistemas silvopastoriles (Aguirre, 2012).

- *Cecropia peltata* (Guarumo).

Es un árbol dioico con una altura de 5- 10 m de altura en ciertos casos de origen, puede crecer hasta 20 m, pertenece a la familia Cecropiaceae y se encuentra distribuida en bosques tropicales lluviosos, tiene facilidad de adaptación en sitios perturbados y es una de las mejores especies utilizadas para la recuperación de terrenos degradados, ya que es la pionera en regeneración natural de bosques, debido a su poca dependencia de nutrientes, además son muy beneficiosos porque cubren de manera rápida los barrancos, bordes de caminos, áreas deforestadas y aperturas que existen normalmente en un bosque (Álvarez, 2015).

- *Eugenia pustulescens* (Guayabo de monte).

Es un Árbol de 7-9 m de altura y 8 cm de DAP. Su fuste es de corteza lisa, rojiza y exfoliante, se encuentra en las provincias de Bolívar, Carchi, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Imbabura, Loja, Los Ríos, Morona, Napo, Pichincha, Sucumbíos y Tungurahua. La madera es utilizada para leña, postes, construcciones y cercas muertas. El fruto es comestible, se usa para preparar jugos, coladas, helados, manjares, mermeladas y conservas. Las hojas y corteza en cocción se usan para tratar la diarrea y disentería (Ramírez y Ramírez, 2019).

- ***Guazuma ulmifolia* (Guasmo).**

Árbol caducifolio tiene una altura de 8-15 m, DAP 30-40 cm, pertenece a la familia Sterculiaceae (Aguirre, 2002). Crece en bosques secos naturales o con intervención humana, su distribución va de 0-2500 msnm, se encuentra en las provincias de los Ríos, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Loja, Pastaza, Napo y Manabí (Jorgensen y León-Yáñez, 1999). Especie de gran importancia, su madera es la más utilizada para realizar construcciones, tiene beneficios medicinales que proveen sus frutos, alivian bronquitis y gripe (González *et al.*, 2005).

### **2.1.5. Importancia de la micorriza arbuscular.**

Su trascendencia en los ecosistemas naturales y seminaturales es habitualmente aceptada y materializada por mejorar la productividad de las plantas y la variedad, así como una más grande resistencia de las plantas ante estreses bióticos y abióticos. El estrés ambiental constituye el primordial impedimento para su superviviencia y reproducción. Este estrés implica baja disponibilidad de agua, patrones de lluvia altamente impredecibles, suelos pobres en nutrimentos (nitrógeno y fósforo) con alta alteración espacial y temporal y suelos con alta salinidad (Zak *et al.*, 1995).

A partir de la perspectiva ecológica, la existencia, la implementación y/o aplicación de los HMA posibilita minimizar la utilización de energía, la degradación del ecosistema y las pérdidas de nutrientes de los suelos. Además, se conserva la capacidad provechosa del sistema, se conserva la diversidad biológica y se ayuda con una producción más estable y sostenida a extenso plazo en equilibrio con el ámbito (Hernández, 2000).

### **2.1.6. Tipos de micorrizas.**

Se pudo distinguir 3 grupos primordiales de acuerdo con la composición de la micorriza: Ectomicorrizas o formadoras de manto, Ectoendomicorrizas que incluye arbustoides y monotropoides, y las Endomicorrizas conocidas por la colonización intracelular del hongo, paralelamente se subdividen en: Ericoides, Orquidoides y Arbusculares (Pilco, 2015).

**Ectomicorrizas:** Sus hifas no penetran las células de la epidermis de la raíz (Garibay *et al.*, 2013). Dichos hongos ectomicorrízicos resultan muy abundantes en el suelo de los ecosistemas forestales, donde conforman extensas redes de cordones miceliares y rizomorfos, que absorben los nutrientes que tienen la posibilidad de ser compartidos entre plantas de una o algunas especies de diferentes grupos taxonómicos (Garza *et al.*, 2002).

**Ectoendomicorrizas:** Presentan características de las ectomicorrizas y las endomicorrizas, poseen manto externo como las ectomicorrizas, y además penetran el interior de las células como las endomicorrizas, no hay arbuscúlos ni vesículas (Pilco, 2015).

Colonizan de manera dual las raíces, externamente conforman un manto cortical y en el interior penetrando intracelularmente en el córtex. Se muestran en más porción en las angiospermas que en las gimnospermas (Pilco, 2015).

**Endomicorrizas:** Estas se determinan por la penetración inter e intracelular, sin la formación de manto ni modificaciones morfológicas evidentes en las raíces, el área de colonización por el hongo está delimitada al córtex sin llegar a penetrar jamás la endodermis (Rodríguez, 2013).

**Arbuscular:** Esta micorriza se caracteriza por la existencia de una hifa intra o intercelular, arbuscúlos (hifas finamente ramificadas que participan en el intercambio de nutrientes), micelio extraradical que conecta a la raíz con el suelo, y esporas formadas en el micelio extraradical. Varias especies conforman construcciones denominadas vesículas que son cantidades de hifa que se llenan de cuerpos lipídicos, dando a este conjunto el nombre de micorriza vesicular-arbuscular (Camarena, 2012).

### **2.1.7. Mecanismos de colonización.**

Las esporas pueden considerarse uno de los tipos de propágulos de los hongos endomicorrízicos, debido a que las raíces de las plantas se colonizan además por trozos de micelio activo que se ramifica para desarrollar la infección. Hay dos etapas del sistema micelial en las micorrizas arbusculares, estas son micelio interno en la corteza de la raíz de la planta y un micelio externo en el suelo, que cambian en extensión y volumen (Harley y Smith, 1983).

El principio de la colonización de la planta y con ello la formación de la simbiosis empieza con la germinación de las esporas de resistencia en el suelo una vez que las condiciones de temperatura y humedad son favorables, o por medio del incremento de hifas desde propágulos del suelo que están cerca del sistema radical susceptible. El incremento del micelio aumenta en ocasiones ya que los exudados de la raíz tienen la posibilidad de proveer sustratos adecuados para el desarrollo de las hifas luego de que las reservas de nutrimentos más que nada en las esporas, se hubieran agotado. No obstante, a pesar del incremento micelial en presencia de raíces, las hifas no parecen tomar una dirección hacia ellas, sino hasta que se hallan bastante cerca, o sea unos pocos milímetros (Bolan y Abbott, 1983).

La hifa al final tiene contacto con la célula epidérmica o un pelo radical y crea un apresorio sutilmente engrosado, desde el cual se desarrollan ramificaciones infectivas cortas, luego se genera la penetración de la epidermis o del pelo radical por medio de la presión ejercida por la hifa en incremento sobre el muro celular, lo que provoca que esta última se combe cerca de la hifa y se vuelva muchísimo más delgada en las células corticales (Bonfante *et al.*, 2004).

Cuando la hifa penetra la raíz, principalmente en medio de las células epidérmicas, se dispersa además intercelularmente durante la corteza, alcanzando la segunda capa de células corticales. La colonización se vuelve intracelular una vez que la hifa degrada la pared de la célula e invagina la membrana para ramificarse después dicotómicamente frecuentemente y conformar una composición parecida a un arbusto, llamada arbusculo,

en la célula. Este es el lugar donde se desarrolla el intercambio de nutrimentos entre los dos simbioses ((Harley y Smith, 1983).

Otras ramificaciones de las hifas intraradicales en ciertos géneros de hongos endomicorrízicos, conforman vesículas intercelulares que parecen ser reservorios de nutrimentos ya que muestran grandes números de lípidos (Bowen, 1987). La colonización del hongo puede extenderse por medio de hifas y hongos por el área de la raíz y penetrar en ésta a intervalos irregulares (Sieverding, 1991).

### **2.1.8. La asociación de las micorrizas arbusculares.**

La asociación hongo-raíz más extendida en la naturaleza tal vez sea la llamada micorriza arbuscular, formada por ciertos zigomicetos, los cuales no desarrollan red de Hartig y colonizan intracelularmente la corteza de la raíz mediante estructuras especializadas denominadas arbusculos, que actúan como órganos de intercambio de nutrimentos entre la célula vegetal y el huésped (Aguilera *et al.*, 2007).

Proporcionan una mayor longevidad a las raíces, aumenta la absorción de agua, promueve mayor eficiencia en la absorción radical de nutrientes como Nitrógeno (N), especialmente aquellos de lenta movilidad en el suelo como Fosforo (P), Cobre (Cu) y Zinc (Zn). En esta asociación, la planta le proporciona al hongo carbohidratos (azúcares, producto de su fotosíntesis) y un microhábitat para completar su ciclo de vida; mientras que el hongo, a su vez, le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrimentos minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fósforo), así como defensas contra patógenos, también las micorrizas generan mayor tolerancia toxinas del suelo y las duras condiciones de pH y temperatura (Pilco, 2015).

### **2.1.9. Los beneficios de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA).**

Sus beneficios son evidentes en la transferencia de nutrientes y en la protección contra patógenos del suelo y factores ambientales adversos a las plantas asociadas. En la actualidad se reconoce la influencia de los HMA en la conformación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Se ha llevado a cabo gran variedad de estudios de la

asociación micorrízica arbuscular en especies de importancia ecológica o agronómica, con diversidad de enfoques. En regiones neotropicales, los estudios detallados de la diversidad y funcionamiento de los HMA, especialmente aquellos vinculados con la producción y manejo de especies de importancia forestal han sido limitados (Rodríguez *et al.*, 2011).

### **2.1.10. Bosque humedal abras de mantequilla.**

El humedal Abras de Mantequilla ubicado en la provincia Los Ríos, es blanco de una serie de presiones de origen humano, las cuales incluyen la extracción de agua para riego y consumo, deforestación, intensificación agrícola y explotación pesquera (Álvarez *et al.*, 2013).

El bosque climático en el área del humedal de Abras de Mantequilla se ha reducido a una pequeña y fragmentada extensión de algo más del 5% de la superficie. La explotación agrícola y ganadera ha provocado una drástica reducción, y pérdida de biodiversidad (Cuasquer *et al.*, 2016).

El área se encuentra con aproximadamente 63.300 ha de extensión y con seis cuencas fluviales del Ecuador, tiene formaciones vegetales muy diversas, desde las propias comunidades hidrófitas y helófitas en zonas de inundación con niveles variables y estacionales, hasta restos del bosque climático deciduo (Bosque siempreverde de tierras bajas de la Costa) (MAE, 2012).

### **2.1.11. Importancia de los humedales.**

Los humedales asociados a los hábitats de ríos tropicales poseen una diversa flora y fauna con alto grado de especialización (Boavida, 1999). Los humedales tienen funciones diversas, como la retención de agua, control de inundaciones, purificación de agua, provisión de recursos pesqueros y forestales (Álvarez *et al.*, 2013).

Estos son esenciales para la salud, el bienestar y la seguridad de los pueblos que habitan en ellos o sus alrededores. Un porcentaje de los peces que consumimos dependen de los humedales en algún ciclo de su vida, cabezas de ganado y herbívoros se alimentan del

pasto que crece en llanuras de inundación. Si se alteran los humedales, y no se toma en consideración su valor integral, la población local podría sufrir de inmediato las consecuencias negativas. Toda la economía de una región o de una nación podría verse muy perjudicada si las alteraciones son muchas o de gran magnitud (Dugan, 1992).

Los humedales brindan ciertas funciones como el control de inundaciones y protección contra tormentas, que genere productos como vida silvestre, pesquería y recursos forestales (Dugan, 1992).

## **2.2. Marco referencial.**

### **2.2.1. Especies en el trópico que establecen colonización micorrízica.**

La ecología y el manejo forestal de los bosques nubosos montanos tropicales del Neotrópico han atraído poca atención científica hasta ahora. Los bosques montanos del sur de Ecuador son un punto destacado de biodiversidad para las plantas vasculares, incluyendo una multitud de especies arbóreas (Kottke *et al.*, 2004).

La MA es la asociación micorrízica dominante en las regiones tropicales, en donde se establece de forma natural en árboles, arbustos y plantas herbáceas, y constituye una parte fundamental de su estructura y funcionamiento (Pérez y Read, 2004).

En todos los tipos de ecosistemas tropicales se encuentran presentes los HMA, ya que la simbiosis micorrízica es un elemento esencial en el funcionamiento y regulación de los ecosistemas tropicales, actualmente los estudios ecofisiológicos, de biodiversidad y de aplicación tecnológica de la MA revisten un gran potencial para especies forestales en estos ecosistemas. Las asociaciones micorrízicas que se encuentran en áreas tropicales han sido menos estudiadas que aquellas en los ecosistemas templados, debido al poco número de investigadores que trabajan en estas áreas (Rodríguez *et al.*, 2011).

Existe una notoria dificultad en el manejo, aislamiento e identificación de una gran diversidad de HMA presentes en áreas neotropicales. A pesar de ello, hay interés por estudiar los HMA en los ecosistemas tropicales, debido al gran potencial que podrían

tener dichos simbioses en la restauración de áreas degradadas, muy comunes en el geotrópico, y por su capacidad para mejorar la capacidad de adaptación e incrementar la supervivencia de las plantas bajo condiciones desfavorables, tales como compactación del suelo, sequía, toxicidad por presencia de metales pesados o hidrocarburos y salinidad (Rodríguez *et al.*, 2011).

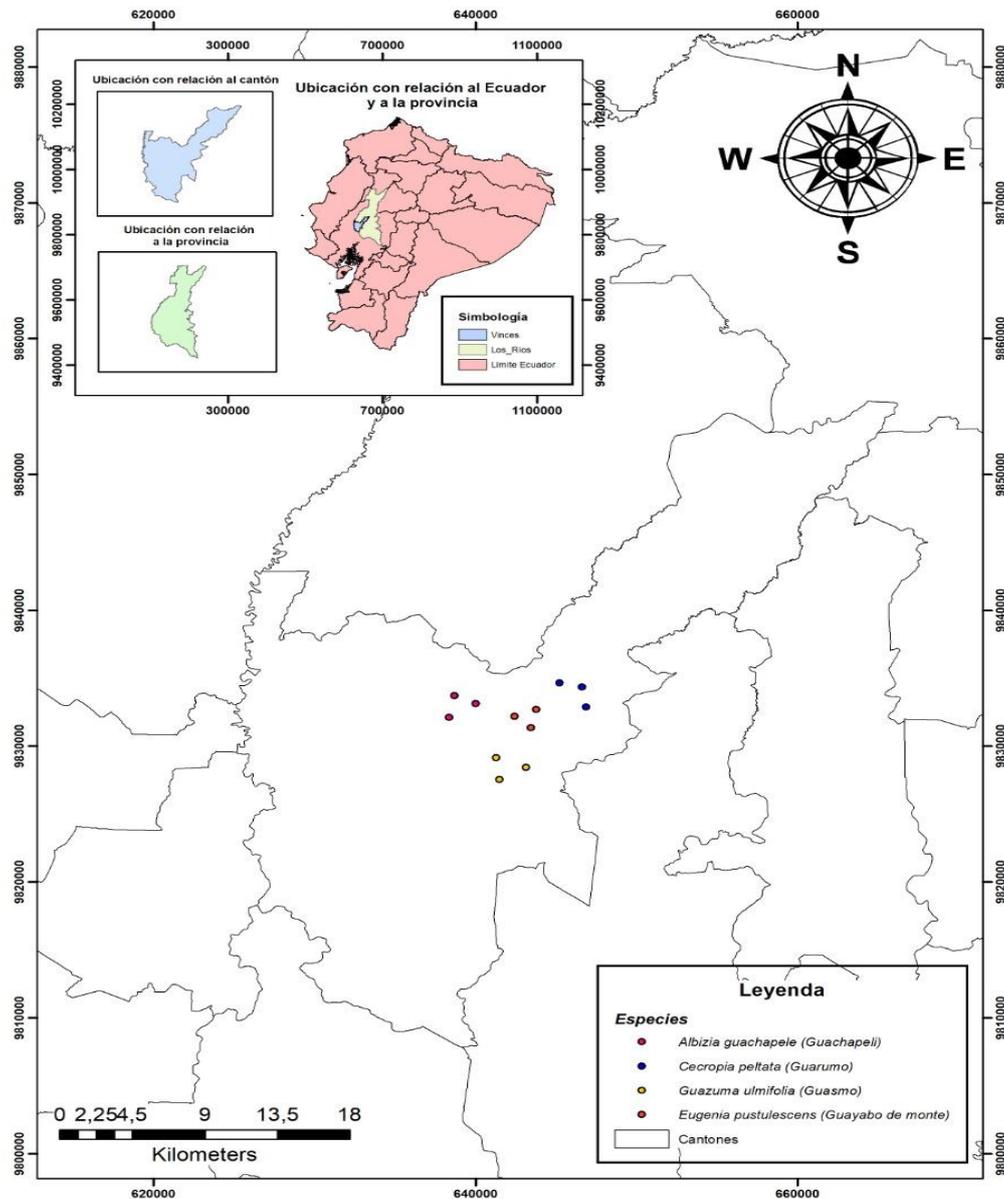
Estos hongos micorrízicos arbusculares están asociados con la mayoría de las especies arbóreas en bosques tropicales de montaña. Es de importancia que las plántulas de especies de árboles tropicales criadas en el vivero deban asociarse con hongos micorrízicos arbusculares para sobrevivir en mayor cantidad al shock de trasplante (Urgiles, 2009).

En zonas deforestadas de los trópicos, la forestación con especies arbóreas nativas podría valorizar un reservorio creciente de tierras degradadas, previamente sobre utilizadas y abandonadas. La inoculación de plántulas de árboles tropicales con hongos micorrízicos arbusculares puede mejorar el crecimiento y la viabilidad de los árboles, pero la eficiencia puede depender del genotipo de la planta y el hongo AM (Schubler *et al.*, 2016).

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización de la investigación.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Química y Bioquímica de la UTEQ, las muestras de suelo y raíces se obtuvieron del bosque “Noé Morán” perteneciente al Humedal Abras de Mantequilla en la provincia de los Ríos, rodeado por tres cantones como son Baba, Vines y Pueblo viejo.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de las muestras recolectadas en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla, Cantón Vines, provincia de los Ríos.

### 3.2. Características edafoclimáticas.

**Tabla 1.** Características edafoclimáticas del bosque “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

<b>Datos</b>	<b>Promedio anual</b>
Altitud	60 msnm
Temperatura media anual (°C)	25,5
Humedad relativa media (%)	82
Precipitación media anual (mm)	1.260
Días con precipitación	116
Velocidad media del viento (m/s)	1,4

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2013.

### 3.3. Materiales.

#### 3.3.1. Materiales de campo.

- Botas
- Fundas plásticas
- Machete
- Marcador permanente
- Pala
- GPS
- Cuaderno

#### 3.3.2. Materiales de laboratorio.

- Caja Petri
- Papel toalla
- Cubre objetos

- Embudo plástico
- Gasas
- Jeringuillas
- Mangos de bisturí
- Porta objetos
- Probetas graduadas
- Resmas de papel bond A4
- Vasos de precipitación
- Hojas de bisturí
- Mascarillas
- Tubos de ensayo
- Varillas de vidrio

#### **3.3.4. Reactivos.**

- Ácido clorhídrico
- Ácido láctico
- Azul de tripano
- Cloruro de potasio
- Glicerol
- Hidróxido de potasio
- Peróxido de hidrogeno

#### **3.3.5. Equipos.**

- Balanza de precisión
- Computadora
- Estufa
- Flash memory
- Impresora
- Estereomicroscopio
- pH-metro

### **3.4. Metodología.**

#### **3.4.1. Tipo de investigación.**

El estudio es de tipo diagnóstico, comenzando con la extracción de raíces de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, para la evaluación y determinación de la colonización de HMA.

#### **3.4.2. Método de investigación.**

Se empleó el método inductivo y experimental, que llegó a evaluar el estado de colonización micorrízica arbuscular en las especies de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, por parte de los elementos de la investigación, se cuantificó el porcentaje de colonización micorrízica arbuscular e identificación de hongos formadores de micorriza arbuscular a través de procedimientos que permitieron descubrir los resultados.

#### **3.4.3. Campo.**

Se recolectó las raíces en la estación lluviosa, el muestreo fué realizado al azar de 4 especies forestales obteniendo 3 submuestras por cada especie del bosque “Noé Morán”, cada muestra estuvo compuesta aproximadamente de 2 kg de suelo y entre 60 y 80 g de raíces. La extracción de las muestras de suelo y raíces fue comprendida a una profundidad entre 0 a 20 cm bajo la proyección de la copa de los árboles, por lo general en ese espacio se encuentra mayor actividad microbiana. Las muestras se recolectaron y almacenaron en fundas plásticas, previamente identificadas y transportadas en una caja térmica hasta el laboratorio de Química y Bioquímica de la UTEQ.

#### **3.4.4. Muestreo de suelo.**

El suelo se recogió con la ayuda de un barreno holandés, con una profundidad de 0-20 cm, la herramienta se limpió con alcohol de 98% entre recolecciones para evitar la contaminación. Las muestras de suelo se pusieron en bolsas de plástico y se almacenaron en cajas frías llenas de hielo, posteriormente se llevaron al laboratorio de Química y Bioquímica de la UTEQ, para luego ser colocadas en refrigeración a una temperatura de 6 a 10° C para análisis químico-granulométrico del suelo.

#### **3.4.5. Muestreo de raíz.**

En el bosque “Noé Morán” se obtuvieron muestras de raíces, con el objetivo de evaluar la colonización micorrízica, se recolectó entre 60 y 80 g de raíces de 3 individuos adultos por cada una de las especies *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, con un total de 12 muestras de raíces en la estación lluviosa.

Las raíces se lavaron con agua corriente hasta que se elimine toda impureza y se almacenaron en botellas que contenían 50% de alcohol hasta el momento del análisis de la tasa de colonización micorrízica.

#### **3.4.6. Laboratorio.**

##### **3.4.6.1. Preparación de soluciones para evaluación de micorrización radicular.**

a) **solución de ácido clorhídrico (CIH) a 1 normal.**

Añadir 82,90 mL-1 de CIH al 37% en 917,10 ml-1 de agua destilada. Finalmente se obtiene 1000ml-1 de solución 1N.

**b) solución de hidróxido de potasio (KOH) al 10%.**

Añadir 100g de KOH en 750 ml-1 de agua destilada, diluir y luego aforar a 1000 ml-1 con más agua destilada.

**c) Solución de glicerol al 50% para decoloración y aclaramiento de raíces.**

Añadir 250mL-1 de glicerol en 250 mL-1 de agua destilada, para obtener 500mL-1 de solución de glicerol 50%.

**d) Preparación de lactoglicerol en proporción 1:1:1.**

Mezclar 100mL-1 de agua destilada, 100mL-1 de glicerol y 100 mL-1 de ácido láctico, homogenizar y tapar.

**e) Solución de azul de tripano al 0,05% (peso/volumen).**

Añadir 0,15g de azul de tripano en 300 mL-1 de lactoglicerol

**3.4.6.2. Tinción de raíces.**

Se determinó el porcentaje de colonización micorrízica en las raíces usando el método de Philips y Hayman (1970) que consistió en:

- ❖ Lavar las raíces con abundante agua corriente.
- ❖ Cubrir las raíces con solución de Hidróxido de potasio (KOH) al 10% y colocarlas al baño de María (90°C) durante 15 minutos.
- ❖ Eliminar el hidróxido de potasio, lavando con agua corriente las raíces, utilizando preferiblemente un tamiz adecuado para evitar pérdidas durante el enjuague.

- ❖ Si las raíces son muy oscuras y pigmentadas, un tratamiento adicional de blanqueo con peróxido de hidrogeno (3 %) por 20 minutos será necesario. Las raíces clareadas y blanqueadas se lavaron con abundante agua.
- ❖ Lavar las raíces por inmersión en solución fresca de KOH al 10% y H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 10 % mezclado en proporción 1:1 (V/V). Deberá dejarse 10 minutos.
- ❖ Lavar en agua corriente las raíces.
- ❖ Acidificar con una solución de ácido clorhídrico (HCl) al 1N durante 10 minutos.
- ❖ Decantar el HCl y sin lavar adicionar Azul de Tripano al 0.05% en lactoglicerol o cualquier otro colorante y colocar las raíces al baño de María por 15 minutos.
- ❖ Retirar el colorante y guardarlo en un recipiente.
- ❖ Lavar las raíces en agua destilada y dejarlas en reposo por 12 horas para eliminar el exceso de colorante, o desteñirlas durante la noche con lactoglicerol o glicerol (50 %).
- ❖ Montar en lámina y laminilla, 50 raíces de más o menos 1 cm de largo cada una y observar al microscopio.

Por cada muestra se realizó montajes al microscopio. En una lámina porta objetos se colocó 50 segmentos de raíces adicionando gotas de glicerol (50 %). Se efectuaron 3 repeticiones. Las observaciones se realizaron en un microscopio a 40x.

La frecuencia (%) de colonización radicular se determinó considerando los segmentos colonizados y los no colonizados. Se obtuvo la relación del total de segmentos colonizados con respecto a los segmentos totales evaluados. Se contabilizó con base a colonización total por arbusculos o/y por vesículas.

### **3.4.6.3. Medición de pH del suelo.**

En los suelos procedentes del bosque que se estudió, se midió el pH empleando la metodología propuesta por (Steubing *et al.*, 2001) que mide el pH en agua (H<sub>2</sub>O). El procedimiento consistió en depositar en un vaso de precipitación 20 g de suelo seco y tamizado con 50 mL<sup>-1</sup> de agua destilada. Se agitó las suspensiones durante 10 minutos, la lectura del pH se registró en el sobrenadante de las suspensiones con un pH -metro marca OHAUS modelo starter 3100 series.

### **3.4.6.4. Aclaración, coloración y evaluación de la colonización micorrízica de raíces.**

El proceso de blanqueo y tinción de raíces almacenadas de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por (Koske y Gemma, 1989). Se basa en cortar las raíces en trozos de hasta 1 cm y colocarlas en botellas de vidrio con tapa hermética, luego cubrir las raíces con una solución de KOH al 10% y dejar reposar durante la noche para aligerar el tejido vegetal, si es necesario, se colocarán en una solución de peróxido de hidrógeno (3%) durante 20 minutos.

Posteriormente se colocaron en una solución de HCl al 1% y luego se tiñeron con una solución de azul de tripano al 0.05% en lacto-glicerol (ácido láctico glacial 1: 1: 1, glicerol y agua). Por último, las raíces se lavaron con agua destilada y se almacenaron en botellas de vidrio que contienen 50% de glicerol para una evaluación adicional de la tasa de colonización micorrízica.

La evaluación de la tasa de colonización micorrízica presente en las raíces de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, se realizó siguiendo el método propuesto por (Giovanetti y Mosse, 1980).

La estimación de este parámetro es analizar la presencia de estructuras fúngicas en la región de la corteza de la raíz (hifas, arbuscos y vesículas que ocurren inter e intracelularmente). Los segmentos de raíces previamente teñidos y cortados en trozos de 1 cm, se extenderán en portaobjetos. La observación de la presencia y ausencia de colonización se realizará con la ayuda de un microscopio. Por cada muestra se realizó montajes al microscopio. En una lámina porta objetos se colocó 50 segmentos de raíces

adicionando gotas de glicerol (50 %). Se efectuaron 3 repeticiones. Las observaciones se realizaron en un microscopio a 40x.

### **3.4.7. Análisis estadístico.**

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa estadístico IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 23, para las diferencias de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ). Para determinar el porcentaje de colonización micorrízica en las raíces de *A. guachapele*, *C. peltata*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia*, primero se transformaron mediante un  $\arcsen\sqrt{x}$  antes del análisis, las diferencias entre muestras relacionadas con el porcentaje de colonización micorrízica se compararon mediante la prueba de t-Student. Los atributos químicos-granulométricos de las muestras de suelo recolectadas se realizaron mediante un análisis de varianza por ANOVA. Se realizó un análisis de correlación de Pearson para dilucidar la relación entre los atributos químicos-granulométricos y la colonización de HMA, las diferencias entre los promedios que presentan en la correlación fueron determinadas mediante la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ) y nivel de significancia con ( $P < 0,01$ ).

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS**

## 4.1. Resultados esperados.

### 4.1.1. Porcentaje de colonización micorrízica en raíces de *C. peltata*, *E. pustulescens*, *A. guachapele* y *G. ulmifolia* en el bosque secundario “Noé Morán”.

En el porcentaje de colonización micorrízica obtenidos de las especies presentes en el bosque secundario “Noé Morán” mostraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de colonización, el mayor valor lo tuvo la especie *C. peltata* con un porcentaje de 43,7% y un  $\arcsen\sqrt{x}$  de 0.029; seguido de *A. guachapele* con un porcentaje de 31,2% y un  $\arcsen\sqrt{x}$  de 0,027, con valores bajos *G. ulmifolia* con porcentaje de 18 8% y un  $\arcsen\sqrt{x}$  de 0.025, la especie menos colonizada fue *E. pustulescens* con un porcentaje de 6.3% con un  $\arcsen\sqrt{x}$  de 0.022 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Colonización micorrízica en raíces de *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

Especies	Colonización	
	%	$\arcsen\sqrt{x}$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18,8%	0,025b
<i>Albizia guachapele</i>	31,2%	0,027b
<i>Eugenia pustulescens</i>	6,3%	0,022c
<i>Cecropia peltata</i>	43,7%	0,029ab

Significancia obtenida con el nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

#### 4.1.2. Asociaciones forestales y pH del suelo en el bosque secundario

##### “Noé Morán”.

Las especies vegetales asociadas a la colonización micorrízica identificadas en el bosque “Noé Morán”, fueron *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata*. El valor de pH de suelo en solución de Agua (H<sub>2</sub>O) presente en las muestras de suelo recolectadas fue de 5,98 mediante un promedio de todas las muestras; indicando que la zona de estudio presenta suelos moderadamente ácidos (Tabla 3).

**Tabla 3.** Asociaciones forestales y pH del suelo en solución de Agua (H<sub>2</sub>O) en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla ubicado en el cantón Vinces.

<b>VARIABLES</b>	Bosque secundario “Noé Morán ”
<b>ASOCIACIONES FORESTALES</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Albizia guachapele</i> , <i>Eugenia pustulescens</i> y <i>Cecropia peltata</i>
<b>pH DEL SUELO</b>	5,98

#### **4.1.3. Análisis químico de las muestras de suelo en las diferentes especies forestales del bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.**

Luego del análisis de los atributos químicos del suelo y con un nivel de significancia de probabilidad del 5% con prueba de Tukey, se determinó que en suelos donde hay presencia de la especie *G. ulmifolia* tienen un mayor contenido medio de K, B, seguido de pH, M.O, Al, S y Mn. En la especie *A. guachapele* con mayor contenido medio fueron K, Cu y Mn; y en menor proporción pH, P, M.O, Al, S y Zn. La especie *E. pustulescens* presenta contenido medio de pH, M.O, P, Ca, Mg, Al, Fe, Zn y B. La especie *C. peltata* presenta un mayor contenido medio de B y en menor proporción de pH, M.O, P, K, S, Ca, Cu, y Zn (Tabla 4).

**Tabla 4.** Atributos químicos de las muestras de suelo recogidas en la estación lluviosa en presencia/ausencia *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

Atributos químicos	Especies				Media
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Albizia guachapele</i>	<i>Eugenia pustulescens</i>	<i>Cecropia peltata</i>	
<b>pH</b>	6,26 ± 0,49a	5,61 ± 0,42a	6,14 ± 0,81a	5,90 ± 0,86 a	5,98
<b>M.O</b>	23,60 ± 1,82a	23,00 ± 1,14a	24,40 ± 1,52a	24,40 ± 2,97a	23,95
<b>P</b>	5,60 ± 1,14a	7,00 ± 1,00a	6,40 ± 1,82a	6,40 ± 1,14a	6,35
<b>K</b>	57,20 ± 1,48ab	54,60 ± 12,72ab	40,60 ± 15,09b	61,80 ± 4,86a	53,55
<b>Ca</b>	1,40 ± 0,55a	1,40 ± 0,55a	2,00 ± 1,00a	2,00 ± 0,70a	1,70
<b>Mg</b>	1,20 ± 0,44a	1,60 ± 0,55a	1,40 ± 0,55a	1,80 ± 0,45a	1,50
<b>Al</b>	6,40 ± 1,14a	6,20 ± 1,48a	6,80 ± 0,45a	6,60 ± 1,67a	6,50
<b>S</b>	7,40 ± 1,52a	7,60 ± 0,89a	6,40 ± 0,55 <sup>a</sup>	7,40 ± 1,52a	7,20
<b>Cu</b>	0,62 ± 0,11ab	0,5 ± 0,12ab	0,42 ± 0,13b	0,65 ± 0,11a	0,55
<b>Fe</b>	8,80 ± 1,48b	8,20 ± 1,48b	11,40 ± 1,14a	7,60 ± 1,52b	9,00
<b>Zn</b>	0,28 ± 0,05a	0,37 ± 0,11a	0,37 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,42 ± 0,12a	0,36
<b>Mn</b>	11,19 ± 0,81a	8,65 ± 0,80ab	7,74 ± 1,91b	4,25 ± 2,22c	7,96
<b>B</b>	0,25 ± 0,06ab	0,18 ± 0,01b	0,28 ± 0,43 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,06ab	0,23

Significancia obtenida con el nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

#### 4.1.4. Análisis granulométrico de las muestras de suelo correspondientes a las diferentes especies forestales del bosque secundario “Noé Morán” del humedal abras de mantequilla.

Al realizar los análisis para los atributos granulométricos del suelo, se mostró diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la granulometría de arena, limo y arcilla en las diferentes especies. En la concentración de arena y limo los valores más altos se presentaron en presencia de las especies *A. guachapele* con valor de 281,20 y *E. pustulescens* con 270,60. En la concentración de limo los valores más altos se presentaron en presencia de las especies *E. pustulescens* con valor de 83,40 y *A. guachapele* con valor de 65,40. En concentración de arcilla los valores más altos los tuvieron *A. guachapele* con 164,00 y *G. ulmifolia* con 158,40 presentando diferencias significativas con respecto a las especies *E. pustulescens* con 91,22 y *C. peltata* con 92,60. Todos estos valores fueron obtenidos estadísticamente significativos ( $P < 0,05$  al 95%) (Tabla 5).

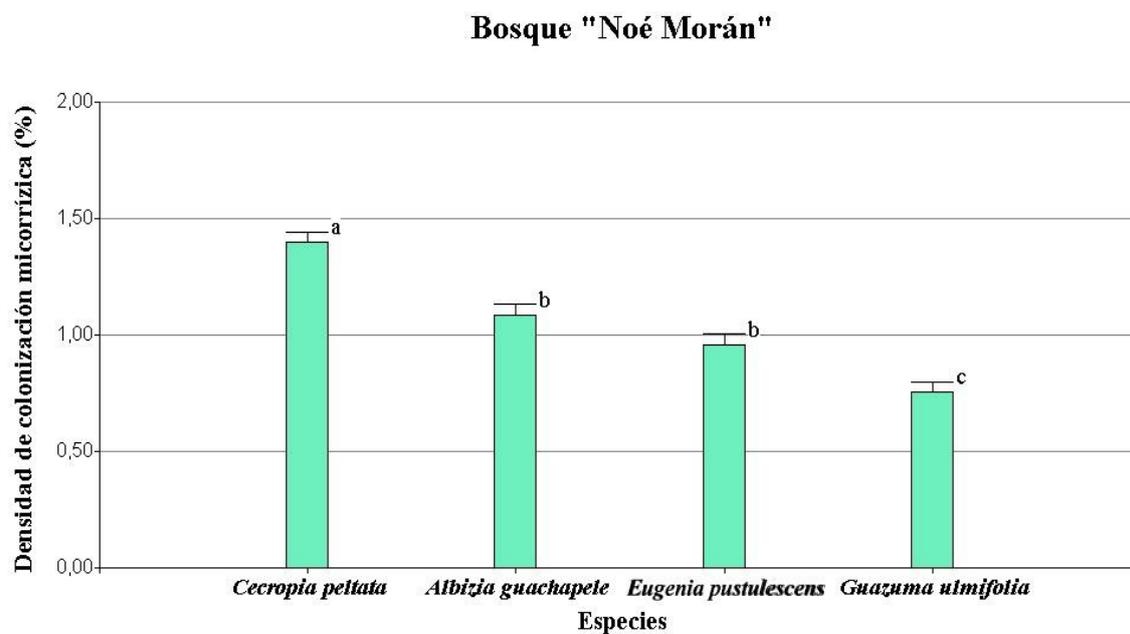
**Tabla 5.** Atributos granulométricos de las muestras de suelo recogidas en la época lluviosa de las especies forestales: *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán” del Humedal Abras de Mantequilla.

Textura	Especies				Media
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Albizia guachapele</i>	<i>Eugenia pustulescens</i>	<i>Cecropia peltata</i>	
<b>Arena</b>	269,60 ± 44,34 a	281,20 ± 52,75 a	270,60 ± 55,67 a	232,20 ± 57,01 a	263,4
<b>Limo</b>	64,80 ± 9,31 a	65,4 ± 13,05 a	83,40 ± 18,12 a	59,00 ± 14,78 a	68,15
<b>Arcilla</b>	158,40 ± 8,76 a	164,00 ± 28,53 a	91,220 ± 5,26 b	92,60 ± 5,12 b	126,5

Significancia obtenida con el nivel de probabilidad del 5% según la prueba de Tukey.

#### 4.1.5. Porcentaje de colonización micorrízica entre individuos de la misma especie: *C. peltata*, *E. pustulescens*, *A. guachapele* y *G. ulmifolia* en el bosque secundario “Noé Morán”.

Al evaluar el porcentaje de colonización micorrízica en el bosque secundario “Noé Morán”, mostró diferencias estadísticamente significativas entre especies, siendo la especie *C. peltata* quién presentó mayor diferencia significativa respecto a las otras tres especies con un valor de 1,40%. Las especies *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *G. ulmifolia* presentaron valores de colonización micorrízica de 1,09%; 0,96% y 0,75% respectivamente. Véase en (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de densidad de colonización micorrízica en raíces *C. peltata*, *Eugenia pustulescens*, *A. guachapele* y *G. ulmifolia* en el bosque secundario “Noé Morán”.

#### **4.1.6. Correlación entre la colonización micorrízica y los atributos químicos-granulométricos del suelo.**

(En la tabla 6) se muestra que la colonización micorrízica de esporas de HMA se correlaciona con varios atributos químicos del suelo. La especie *G. ulmifolia*, presentó correlaciones altas con pH (0,72), Al (0,83), K (0,63) y Mn (0,53). En *A. guachapele* correlaciones altas se tuvieron con Fe (0,849), M.O (0,69), Zn (0,59) y Ca (0,57). En la especie *E. pustulescens* la colonización micorrízica se correlacionó con los elementos químicos pH, (0,63), Mg (0,58) y Cu (0,61). La especie *C. peltata* presentó mayor correlación con los elementos Ca (0,89), P (0,68), pH (0,56), Al (0,56), Mn (0,68) y M.O (0,42), todo esto se obtuvo con ( $P < 0,01$ ) y ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 6.** Correlación (r) entre colonización micorrízica de esporas de HMA y los atributos químicos del suelo en las especies *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens*, y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán”.

Atributos químicos	Especies							
	<i>Guazuma ulmifolia</i>		<i>Albizia guachapele</i>		<i>Eugenia pustulescens</i>		<i>Cecropia peltata</i>	
	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)
<b>pH</b>	0,727**	0,164**	0,267ns	0,664ns	0,633*	0,251*	0,567*	0,319*
<b>M.O</b>	0,172ns	0,782ns	0,691*	0,196*	-0,326ns	0,593ns	0,426*	0,474*
<b>P</b>	-0,551ns	0,336ns	-0,475ns	0,419ns	-0,620ns	0,264ns	0,688**	0,199**
<b>K</b>	0,636*	0,249*	-0,294ns	0,631ns	0,223ns	0,718ns	-0,580ns	0,305ns
<b>Ca</b>	0,288ns	0,639ns	0,572*	0,313*	0,149ns	0,811ns	0,892**	0,042**
<b>Mg</b>	-0,705ns	0,184ns	-0,572ns	0,313ns	0,587*	0,298*	-0,004ns	0,995ns
<b>Al</b>	0,83**	0,82**	0,424ns	0,477ns	-0,015ns	0,981ns	0,566*	0,320*
<b>S</b>	-0,389ns	0,162ns	0,355ns	0,558ns	-0,006ns	0,992ns	0,207ns	0,738ns
<b>Cu</b>	-0,389ns	0,517ns	-0,382ns	0,526ns	0,618*	0,267*	-0,609ns	0,276ns
<b>Fe</b>	-0,639ns	0,246ns	0,849**	0,690**	0,837	0,077	0,724	0,167
<b>Zn</b>	-0,099ns	0,874ns	0,597*	0,288*	-0,040ns	0,950ns	-0,252ns	0,683ns
<b>Mn</b>	0,534*	0,354*	-0,812ns	0,950ns	-0,320ns	0,600ns	0,688*	0,199*
<b>B</b>	0,024ns	0,970ns	0,272ns	0,658ns	-0,543ns	0,345ns	-0,230ns	0,710ns

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05. \*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01

La colonización micorrízica de esporas de HMA se encuentra correlacionada con varios atributos granulométricos del suelo (Tabla 2). La especie *Guazuma ulmifolia*, presentó correlación alta solo con la textura arcilla con un valor de 0,43 y una significancia de 0,46. A diferencia de la especie *Cecropia peltata* que presentó correlación alta con la textura arena con un valor de 0,83 y una significancia de 0,08. Sin embargo, las especies *Albizia guachapele* y *Eugenia pustulescens* no presentaron correlaciones con ninguna textura del suelo. Todo esto se obtuvo con ( $P < 0,01$ ) y ( $P < 0,05$ ).

**Tabla 7.** Correlación (r) entre colonización micorrízica de esporas de HMA y la granulometría del suelo en las especies *G. ulmifolia*, *A. guachapele*, *E. pustulescens* y *C. peltata* en el bosque secundario “Noé Morán”

Textura	Especies							
	<i>Guazuma ulmifolia</i>		<i>Albizia guachapele</i>		<i>Eugenia pustulescens</i>		<i>Cecropia peltata</i>	
	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)	Correlación de Pearson	Nivel de significación (Sig)
<b>Arena</b>	-0,264ns	0,668ns	-0,106ns	0,865ns	-0,062ns	0,922ns	0,823**	0,087**
<b>Limo</b>	0,172ns	0,782ns	-0,511ns	0,379ns	-0,118ns	0,851ns	0,141ns	0,821ns
<b>Arcilla</b>	0,432*	0,468*	-0,511ns	0,379ns	-0,582ns	0,303ns	-0,206ns	0,739ns

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05.

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01

## 4.2 Discusión.

En relación con el porcentaje de colonización en las raíces de las especies evaluadas el porcentaje varió de 43,7% y 6,3%. A diferencia de (Santillana y Toro, 2018) realizaron estudios de asociación micorrízica arbuscular en pastizales de la Comunidad Alto Andina de Ccarhuaccpampa – Ayacucho, que determinó que la asociación micorrízica presente en las raíces de las cuatro especies evaluadas en época de sequía variaron entre 20 y 27%, sin diferencias significativas entre ellos. (Macedo, 2018) encontró porcentajes más bajos en su estudio de Identificación, nivel de propagación y colonización de hongos micorrízicos arbusculares asociados a *Manilkara bidentata* (quinilla colorada) en un bosque húmedo tropical en la zona de Macuya, Huánuco, Amazonía Peruana, en la que se obtuvo resultados donde el árbol 3 fue el que presentó mayor colonización con 18%, el árbol 4 con 15,7%, y los valores más bajos se mostraron en el árbol 1 y 5 con 4,2% en ambos árboles, e indica que el porcentaje más alto se encontró en sitios que se podrían clasificar como buenos. (Allen et al., 1998, citado por Da Silva) menciona que varios autores indican que los mayores porcentajes de colonización micorrízica se encuentran en la época lluviosa. (Pérez *et al.*, 2012) han sugerido que el porcentaje mínimo de colonización de HMA debe ser superior al 40% para que favorezca la relación simbiótica con la planta y sirva como indicador biológico de la calidad del suelo.

En el análisis químico-granulométrico, los suelos del bosque “Noé Morán” presentan un pH moderadamente ácido (5,98). Estos valores coinciden con (Restrepo *et al.*, 2019) en su investigación de Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos ganaderos del trópico alto y trópico bajo en Antioquia, sus resultados mostraron valores similares de pH en los suelos ubicados en los municipios de la subregión norte, donde fueron moderadamente ácidos (5,5-7). (Barea y Jeffries, 1994 citado por León, 2006) argumentan que los hongos micorrízicos arbusculares tienen amplia adaptación a varios tipos de pH ya que los podemos encontrar en suelos con pH que van desde 2,7 hasta 9,2., teniendo respuestas positivas a pH ácidos como alcalinos dependiendo de las especies o géneros. (Pérez *et al.*, 2011) menciona que la respuesta de los HMA al pH del suelo puede ser variable, aunque se considera que los HMA pueden tolerar condiciones adversas de pH por modificación de la micorrizósfera durante el proceso de toma de nutrientes.

(Moína *et al.*, 2018) menciona que el factor pH es de gran relevancia para la adaptación de los HMA, prefiriendo pH neutros, aunque pueden llegar a desarrollarse en pH ácidos.

Mediante la correlación de Pearson, los atributos químicos-granulométricos y el porcentaje de colonización, presentaron relación con pH, K, Al, Mn, M.O, Ca, Fe, Zn, Mg, Cu, P. Mientras los atributos granulométricos solo presentaron correlación con la textura arcilla en la especie *G. ulmifolia*, (Condé *et al.*, 2012) indica que en un alto porcentaje de arcilla los poros del suelo se cierran y se forma una capa superficial sellada, lo cual afecta la infiltración y aumenta el riesgo de erosión, y la textura arena en la especie *C. peltata*, (Coral, 2015)) indica que varios estudios mostraron que cultivos instalados en suelos con mayores concentraciones de arena, experimentan mayor grado de colonización micorrízica. A diferencia de (Restrepo *et al.*, 2019) en su investigación de Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos ganaderos del trópico alto y trópico bajo en Antioquia, encontró una correlación positiva en P y K en la subregión norte, e indica que la planta mejora su sistema de transporte de este elemento a través de la colonización de las raíces por parte del micelio, mientras que en los demás parámetros evaluados no se halló correlación alguna. (Ulloa y Montalvo, 2019) en su estudio de Caracterización de micorrizas arbustivas en diferentes materiales genéticos de palma aceitera, concordia-ecuador, mediante un análisis de correlación sólo en la materia orgánica se encontró una correlación negativa significativa, pero ésta es inversamente proporcional, de acuerdo a (Pérez y Ossa, 2013) mencionan que a niveles bajos de materia orgánica mayor es la colonización.

(Pilco, 2015) en su estudio de micorrizas asociadas a *miconia bracteolata* bonpl. en el bosque de ceja andina sector guangra, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, encontró niveles de materia orgánica altos en la parcela 1, e indicó que a contenidos altos de materia orgánica el porcentaje de colonización radicular disminuye, a diferencia de la parcela 3, que presenta un alto valor de colonización radicular cuando el contenido de materia orgánica disminuye., (Pérez y Vertel, 2010) argumenta que los niveles de colonización de HMA son altos cuando los suelos presentan niveles bajos a moderados de materia orgánica, fósforo y nitrógeno. En la relación con el hierro, cuando el porcentaje de colonización micorrízica aumenta, la cantidad de hierro disminuye, (Peña *et al.*, 2007) agregan que donde los fosfatos de hierro son abundantes, la producción de

esporas aumentara proporcionalmente a la cantidad de fósforo fijado al hierro. La relación existente entre la cantidad de esporas, la colonización micorrízica y la cantidad de fosfatos de hierro, podría ser explicada por la solubilización de fosforo para la producción de esporas.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

- El porcentaje de colonización micorrízica presente en las especies forestales estudiadas son los siguientes: *C. peltata* con un porcentaje de 43,7%, la especie *A. guachapele* 31,2%, *G. ulmifolia* 18,8% y la especie *E. pustulescens* con 6,3%, presentando ésta el menor porcentaje de colonización.
- En el análisis químico-granulométrico del suelo, mediante una media del total de cada una de las especies con los atributos químicos-granulométricos, los valores de pH fueron de (5,98) moderadamente ácido, y presentaron mayor contenido con., M.O, K., seguido de pH, P, Ca, Mg, Al, S, Fe Mn y en menor contenido Cu, B. Mientras que en los atributos granulométricos el mayor contenido se encontró en arena, todas las especies tuvieron mayor relación con este tipo de suelo.
- En la correlación de Pearson con los atributos químicos-granulométricos y el porcentaje de colonización, la especie *G. ulmifolia* presentó correlaciones con pH, K, Al y Mn, en *A. guachapele* M.O, Ca, Fe y Zn, en *E. pustulescens* pH, Mg, y Cu, por último la especie *C. peltata* con pH, M.O, P, Ca, Al, y Mn. Estas especies podrían ser inoculadas para obtener mejores resultados de producción, aumento de supervivencia, rehabilitación y conservación de suelos., sin embargo la especie *C. peltata* fue la que mayor relación tuvo con estos atributos, pudiendo llegar a obtener mejores resultados de inoculación, es una especie ideal para funciones de reforestación y es un árbol de crecimiento rápido.

## **5.2. Recomendaciones.**

Realizar muestreos en diferentes épocas climáticas, ya que se ha demostrado que la colonización en los suelos bajo distintas épocas presenta variaciones.

Realizar capacitaciones sobre el beneficio, producción, uso y conservación de estos HMA, como alternativa biológica para mejorar las condiciones químicas-granulométricas del suelo.

Realizar estas investigaciones con otro tipo de metodología, utilizando equipos de mejor tecnología.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

- Adesemove, A., y Kloepper, J. (2009). Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency.
- Aguilera, L., Olalde, V., Arriaga, M., y Contreras, A. (2007). Micorrizas arbusculares. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 14(3), 300-306. Doi: 104/10414307.
- Aguirre Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto manejo forestal sostenible ante el cambio climático. MAE/FAO – Finlandia. Quito, Ecuador. 140 p.
- Aguirre, Z. (2002). Árboles austro ecuatorianos poco conocidos. En Aguirre Z, Madsen J, Cotton E. y H. Balslev. Botánica Austroecuatorial. Editorial YTPL. Universidad Nacional de Loja, Universidad de Aarhus. Loja. Ecuador. 351-374.p.
- Akiyama, K., Matsuzaki, K., y Hayashi, H. (2005). Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. *Nature*, 435(7043), 824-827. Doi: 10.1038 / nature03608.
- Alarcón, A., y Ferrera, R. (1999). Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. *Terra Latinoamericana*, 17 (3), 179-191.
- Alvarez, G., Irvine, K., Griensven, A., Arias, M., Torres, A., y Mynett, A. (2013). Relationships between aquatic biotic communities and water quality in a tropical river-wetland system (Ecuador). *Environmental Science and Policy*, 34 (december): 115–127.
- Álvarez, P. (2015). Caracterización morfológica e identificación de zonas potenciales de conservación de *Cecropia hololeuca* (Guarumo), en los siete transectos del proyecto banco de germoplasma. Latacunga, Ecuador. 38-92 p.

- Azcón, C; y Barea, J. (1997). Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture significance and potentials. *Scientia Horticulturae* 68(1-4), 1-24.
- Boavida, M. (1999). Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. *Limnetica*, 17, 57–63.
- Bolan, N., y Abbott, L. (1983). Seasonal variation in infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in relation to plant response to applied phosphorus. *Soil Research*, 21(2), 207-210. Doi: 10.1071/SR9830207.
- Bonfante-Fasolo, P.; A. Genre y V. Bianciotto (2004). “The Colonization Strategies of Arbuscular Mycorrhizal Fungi: An Overview of their Cellular Interactions with Plants and Bacteria”, en: Frias–Hernandez J. T.; V. OlaldePortugal; R. Ferrera–Cerrato (Eds.). Avance en el conocimiento de la biología de las micorrizas. Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México.
- Bowen, G. (1987). “The Biology and Physiology of Infection and its Development”, en Safir, G. R. (Ed.). *Ecophysiology of V-A Mycorrhizal Plants*. CRC. Press Inc., Boca raton, Florida, USA.
- Camarena, G. (2012). Interacción planta-hongos micorrízicos arbusculares. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* 18(3): 409-421. <https://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.11.093>.
- Cuasquer, E., Salvatierra, D., Jiménez, E y Boira, H. (2016). La vegetación del humedal “Abras de mantequilla”. Composición florística. Bases para su restauración. *Ciencia Sociales y Económicas*, 9(1), 17-30. Doi: 10.18779/cyt.v9i1.113.
- Condé, M., Homem, B., De Almeida, O. y Santiago, A. 2012. Influência da aplicação de águas residuárias de criatórios de animais no solo: Atributos químicos e físicos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 2(1).

- Coral, L. (2015). Estudio de la diversidad de hongos micorrízicos arbusculares nativos y su potencial micorrízico en el cultivo de café (*coffea arabica* L.) en diferentes condiciones agroecológicas de la región san Martín.
- DA SILVA, J. P. 2004. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares asociadas a pupunha e ao cupuaçu cultivados em sistemas agroforestal e em monocultivo na amazônia central. Tesis de Doctor en agronomía. São Paulo, Brasil, CIP. 35 p.
- Dugan, P. (1992). Conservación de humedales: Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias. IUCN.
- Feldman, F., C. Grotkass, C.Boyle y G.F. Bakhaus. 1998. Promotion of arbuscular mycorrhizal technology by quality control. p. 61. In: U. Ahonen-Jonnarth, E. Danell, P. Franson, O. Karen, B. Lindahl, I. Rangel y R. Finlay (Compiladores). Programme and Abstracts of the Second International Conference on Mycorrhiza. Uppsala, Sweden.
- Garibay, R., Morales, E., Domínguez, M., y Flores, A. (2013). Caracterización morfológica y genética de las ectomicorrizas formadas entre *Pinus montezumae* y los hongos presentes en los bancos de esporas en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 153-169. Doi: 10.7550/rmb.29839.
- Garza, F., García, J., Estrada, A, y Villalón, H. (2002). Macromicetos, ectomicorrizas y cultivos de *Pinus culminicola* en Nuevo León. *Ciencia UANL*, 5(2). 204-210.
- Giovannetti, M., y Mosse, B. (1980). An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, Lancaster, v. 84, n. 3, p. 489-500, mar. /ago.
- González, E., García, C. y Correa, J. (2005). Especies forestales del bosque seco Cerro Negro-Cazaderos Zapotillo-Puyango. Loja, Ecuador. *Fundación Ecológica Arcoíris*, pág. 39.
- González, M., y Ferrera, R. (1993). Manejo de la endomicorriza V-A en cinco portainjertos de cítricos. pp. 78-90. In: J. Pérez-Moreno y R. Ferrera-Cerrato (eds.) Avances de

Investigación Area de Microbiología de Suelos. PROEDAF-Instituto de Recursos Naturales. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G., y Bending, G. (2006). Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculture, ecosystems y environment*, 113(1-4), 17-35. Doi: 10.1016/j.agee.2005.09.009.

Harley, J., y Smith, S. (1983). Mycorrhizal symbiosis. London. Academic Press Inc.

Hernández, A. (2004). Las micorrizas. *Obtenido de <http://www.forestal.uchile.cl/cursos/fivegf/mico.htm>*.

Hernández, M., y Chailloux, M. (2000). Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba.

Hernández, W., y Salas, E. (2009). La inoculación con *glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatro especies forestales en vivero y campo. *Agronomía Costarricense*, 33 (1), 17-30.

INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2013). Anuarios Hidrológicos. Quito, Ec.

Jorgensen P., y León-Yáñez, S. (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. The University Press of Chicago, United States of America, 75: 1-1181.

Koske, R., y Gemma, J. (1989). A Modified Procedure for Staining Roots to Detect VA Mycorrhizas. *Mycological Research*, 92(4)486-488. Doi: 10.1016/50953-7562(89)80195-9.

- Kottke, I., Beck, A., Oberwinkler, F., Homeier, J., y Neill, D. (2004). Arbuscular endomycorrhizas are dominant in the organic soil of a Neotropical montane cloud forest. *Journal of Tropical Ecology*, 20(1), 125-129. Doi: 10.1017/S0266467403001020.
- León, D. (2006). Evaluación y caracterización de micorrizas arbusculares asociadas a *Manihot sculenta* sp. (Yuca) en dos regiones de la amazonia colombiana. Tesis Mag. Se. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 125 p.
- Macedo, L. (2018). Identificación, nivel de propagación y colonización de hongos micorrízicos arbusculares asociados a *Manilkara bidentata* (quinilla colorada) en un bosque húmedo tropical en la zona de Macuya, Huánuco, Amazonía Peruana.
- MAE. (2012). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. En R. Galeas, y Guevara (Edits.). Quito, Ecuador: *Subsecretaría de Patrimonio Natural*, Quito.
- Malloch, D.W., K.A. Pirozynski y P.H. Haven. 1980. Ecological and evolutionary significance of mycorrhizal symbiosis in vascular plants (A review). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 77(44): 2113-2118.
- Moína-Quimí, E., Oviedo-Anchundia, R., Nieto-Barcelona, S., Herrera-Samaniego, P., y Barcos-Arias, M. (2018). Evaluación de los Hongos Micorrízicos Arbusculares de zonas del trópico húmedo del Ecuador.
- Munyanziza, E., Kehri, H., y Bagyaraj, D. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agro-ecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees.
- Muñoz, E., Macías, C., Franco, A., Sánchez, E., Jiménez., y González, J. (2009). Identificación y colonización natural de hongos micorrízicos arbusculares en nogal. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 355-361.
- Noda, Y. (2009). Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y Forrajes*, 32 (2),1-1.

- Peña, C., Cardona, G., Arguelles, J., y Arcos, A. (2007). Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo. *Acta Amazónica*, 37(3), 327-336.
- 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. *Revista Colombiana Ciencia Animal-RECIA*, 366-385.
- Pérez, A., y Vertel, M. (2010). Evaluación de la colonización de micorrizas arbusculares en pasto *Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus. *Revista MVZ Córdoba*, 15(3).
- Pérez, C., y Ossa, J. (2013). Physical and chemical soil variables and the relation with the colonization of arbuscular in Agnleton (*Dichanthium aristatum* Benth) roots. Recuperado el 1 de diciembre del 2016 de [https://www.researchgate.net/publication/304496656\\_PHYSICAL\\_AND\\_CHEMICAL\\_SOIL\\_VARIABLES\\_AND\\_THE\\_RELATION\\_WITH\\_THE\\_COLONIZATION\\_OF\\_ARBUSCULAR\\_MYCORRHIZAE\\_IN\\_ANGLETON\\_Dichanthium\\_aristatum\\_Benth\\_ROOTS](https://www.researchgate.net/publication/304496656_PHYSICAL_AND_CHEMICAL_SOIL_VARIABLES_AND_THE_RELATION_WITH_THE_COLONIZATION_OF_ARBUSCULAR_MYCORRHIZAE_IN_ANGLETON_Dichanthium_aristatum_Benth_ROOTS).
- Pérez, J., y Read D. (2004) Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29(5) 239-247.
- Pérez, Y., Álvarez, J., Mendoza, J., Pat, J., Gómez, R., y Cuevas, L. (2012). Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. *Gayana Botánica*, 69 (1), 46-56.
- Perotto, S., V. Bianciotto, C. Corazza, R. Balestrini y P. Bonfante. (1998). Physical interactions of bacterial biofertilizers and biopesticides with arbuscular mycorrhizal fungi. p. 135. In: U. Ahonen-Jonnarth, E. Danell, P. Franson, O. Karen, B. Lindahl, I. Rangel y R. Finlay (Compiladores). Programme and Abstracts of the Second International Conference on Mycorrhiza. Uppsala, Sweden.

- Phillips, J y Hayman, D. (1970). Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vasicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection.
- Pilco, M. (2015). “Estudio de las micorrizas asociadas a *Miconia bracteolata* Bonpl. EN EL BOSQUE DE CEJA ANDINA SECTOR GUANGRA, PARROQUIA ACHUPALLAS, CANTÓN ALAUSÍ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”. Riobamba, Ecuador.
- Quiñones, E., Hernández, L., López, L., y Rincón, G. (2019). Efectividad de hongos micorrízicos arbusculares nativos de rizósfera de Agave como promotores de crecimiento de papaya. *Revista Terra Latinoamericana*, 37(2), 163-174. Doi: 10.28940/terra.v37i2.397.
- Ramírez, A., y Ramírez, G. (2019). Análisis del índice de biodiversidad de dos áreas del ecosistema bosque Siempreverde Piemontano en el sitio El Guayabo (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Restrepo, K., Montoya, M., Henao, P., Gutiérrez, L., y Molina, L. (2019). Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos ganaderos del trópico alto y trópico bajo en Antioquia, Colombia. *Idesia (Arica)*, 37(1), 35-44. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019005000301>.
- Rivera, R., Ruiz, L., Fernández, F., Sánchez, C., Riera, M., Hernández, A., y Planas, R. (2006). La simbiosis micorrízica efectiva y el sistema suelo-planta-fertilizante. In *Memorias VI Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo*.
- Rodríguez, V., Soto, A., Pérez, J., y Negreros, P. (2011). Los hongos micorrízicos arbusculares y su implicación en la producción y manejo de especies neotropicales forestales, con énfasis en meliáceas. *Interciencia*, 36(8), 564-569.
- Rodríguez, Y. (2013). Aspectos relacionados con las bases bioquímicas de la simbiosis micorrízica arbuscular. *Cultivos tropicales*, 26(1), 11-19.

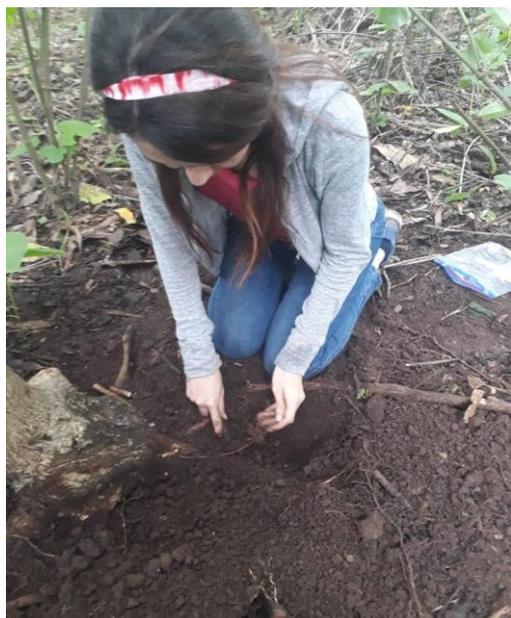
- Rojas, J. (2010). Hongos Micorrizicos arbusculares en la rizósfera de Genotipos promisorios de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo los Sistemas tradicional y bajo bosque en la región San Martín.
- Ruiz, O. (2008). Las micorrizas: ¿son importantes para los sistemas agroforestales de la amazonia? XI Congreso Nacional y IV Internacional de la Ciencia del Suelo. Tarapoto. Perú. Pág. 26.
- Sánchez, G., Carrillo, R., Martínez, A., González, M. (2004). Tolerancia adaptativa de hongos micorrizicos arbusculares al crecer en sustratos contaminados con As Y Cu. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 20(4), 147-158.
- Santillana, N., y Toro, M. (2018). Asociación micorrizica arbuscular en pastizales de la Comunidad Alto Andina de Ccarhuaccpampa - Ayacucho. *Ecología Aplicada*, 17(2), 165-169. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i2.1236>.
- Schüßler, A., Krüger, C., y Urgiles, N. (2016). Phylogenetically diverse AM fungi from Ecuador strongly improve seedling growth of native potential crop trees. *Mycorrhiza*, 26(3), 199-207. Doi: 10.1007/s00572-015-0659-y.
- Sieverding, E. (1991). Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agro Systems. *Sonderpublikation der GTZ (Germany)*.
- Steubing, L., Godoy, R. y Alberdi, M. (2001). *Métodos de ecología vegetal*. Santiago de Chile, CH. Editorial universitaria. 34.
- Ulloa, R., y Orrico, C. (2019). CARACTERIZACIÓN DE MICORRIZAS ARBUSTIVAS EN DIFERENTES MATERIALES GENÉTICOS DE PALMA ACEITERA, CONCORDIA-ECUADOR. *ECUADOR ES CALIDAD*, 6(1).
- Urcelay, C., Tecco, P., y Chiarini, F. (2005). Micorrizas arbusculares del tipo Arum y Paris y endófitos radicales septados oscuros en *Miconia ioneura* y *Tibouchina paratropica* (Melastomataceae). *Bol. Soc. Argent. Bot*, 40(3-4), 251-255.

Urgiles, N., Loján, P., Aguirre, N., Blaschke, H., Günter, S., Stimm, B., y Kottke, I. (2009). Application of mycorrhizal roots improves growth of tropical tree seedlings in the nursery: a step towards reforestation with native species in the Andes of Ecuador. *New Forests*, 38(3), 229-239. Doi: 10.1007/s11056-009-9143-x.

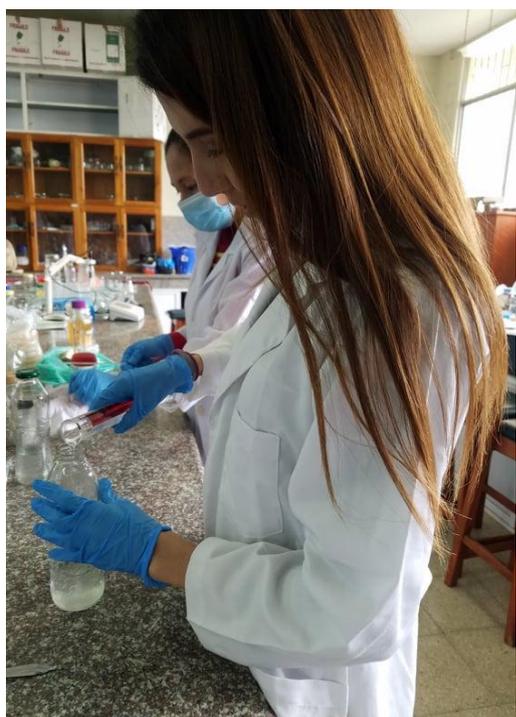
Zak, J., Sinsabaugh, R., y MacKay, W. (1995). Windows of opportunity in desert ecosystems: their implications to fungal development. *Canadian Journal of Botany*, 73(S1), 1407-1414.

**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

**Anexo 1.** Recolección y almacenamiento de las muestras de suelo y raíz.



**Anexo 2.** Preparación de las soluciones.



### Anexo 3. Procedimiento para tinción de raíces.



Se lavó las raíces con abundante agua.



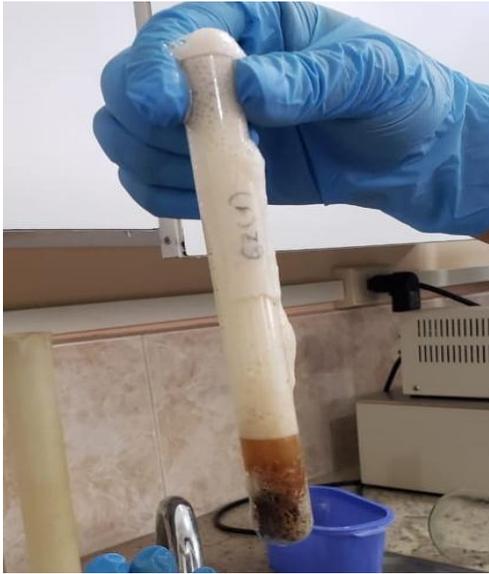
Se cubrió las raíces en una solución de hidróxido de potasio al 10 %



Baño María (90°C) durante 15 minutos.



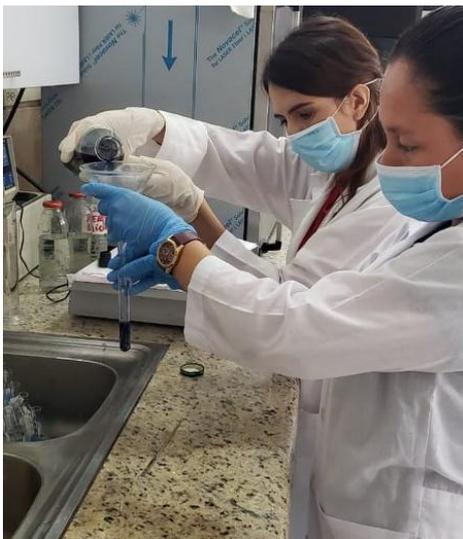
Eliminación del hidróxido de potasio con agua corriente



Blanqueo con peróxido de hidrógeno (3%) por 20 minutos.



Acidificar con una solución de ácido clorhídrico al 1N por 10 minutos.



Retirar el HCl, y sin lavar adicionar el azul de tripano al 0,05% en lactoglicerol y colocara baño maría por 15 minutos.

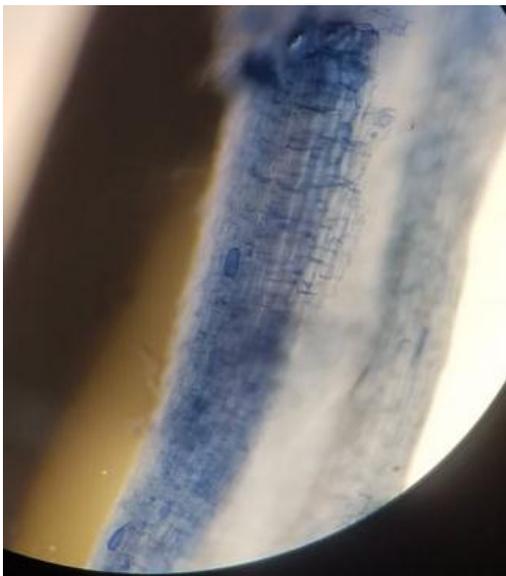


Luego lavar las raíces en agua destilada para eliminar el exceso del colorante, y dejarlas en glicerol.

**Anexo 4** Medición del pH del suelo y observación de las muestras de raíces.



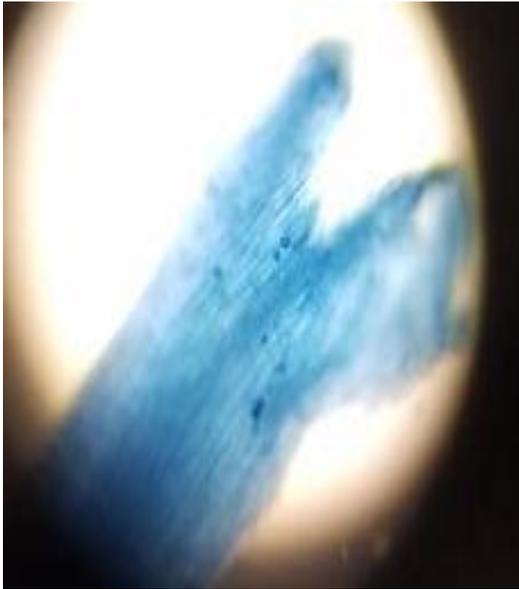
**Anexo 5.** Fotografías de las raíces observadas.



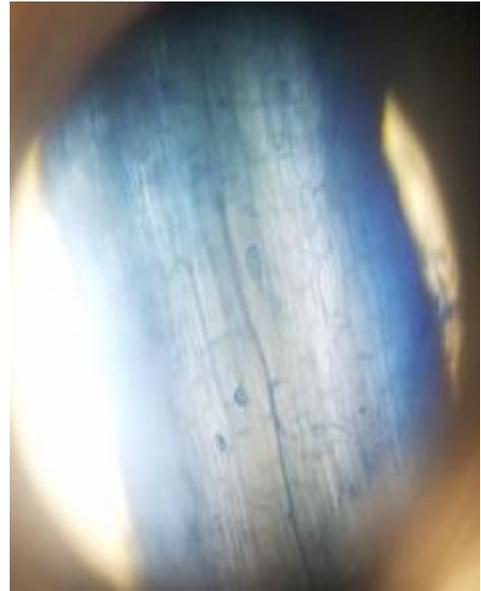
**Guachapelí 3 repetición 4:**  
presencia de vesículas.



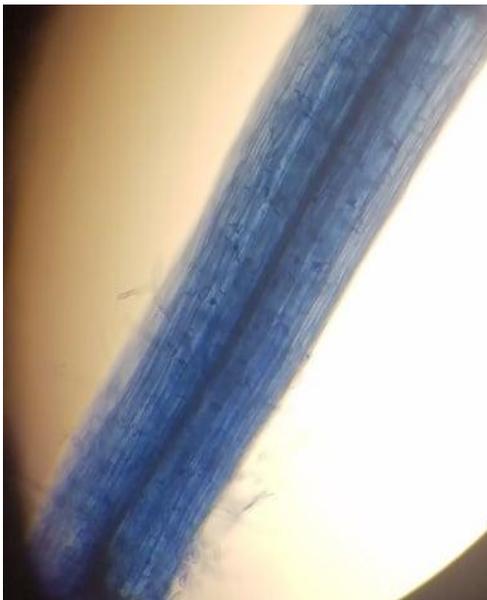
**Guarumo 2 repetición 1:**  
Observación de pelos radicales y micelios.



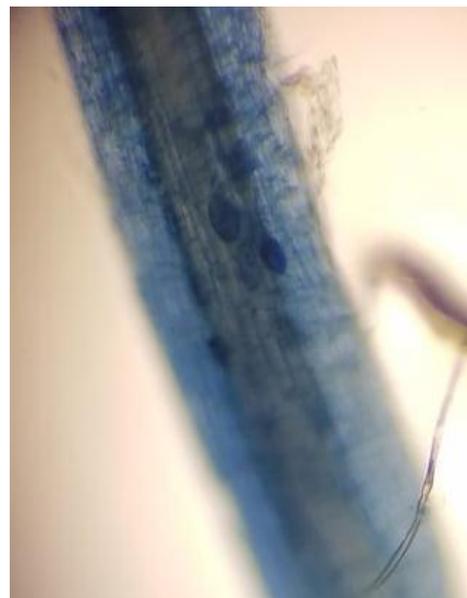
**Guachapelí 2 repetición 4:**  
Presencia de esporas.



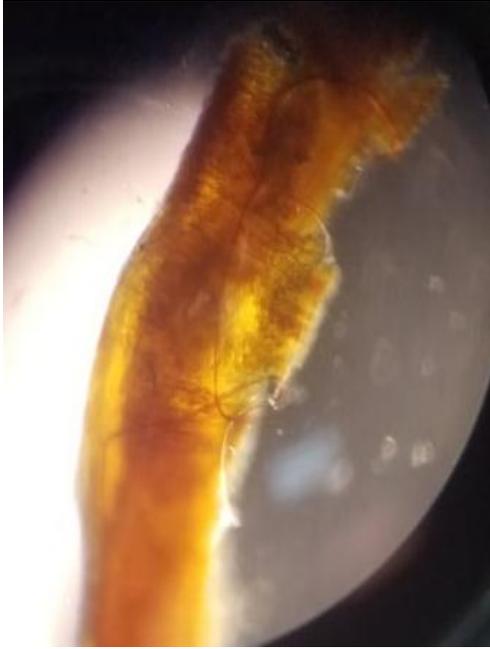
**Guachapelí 1 repetición 4:**  
Presencia de vesículas.



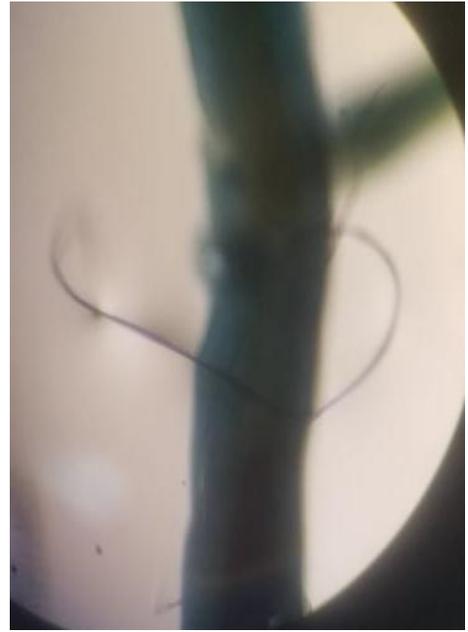
**Guachapelí 1 repetición 2:**  
Presencia de pelos radicales.



**Guazuma 2 repetición 1:**  
Presencia de vesículas y micelio.



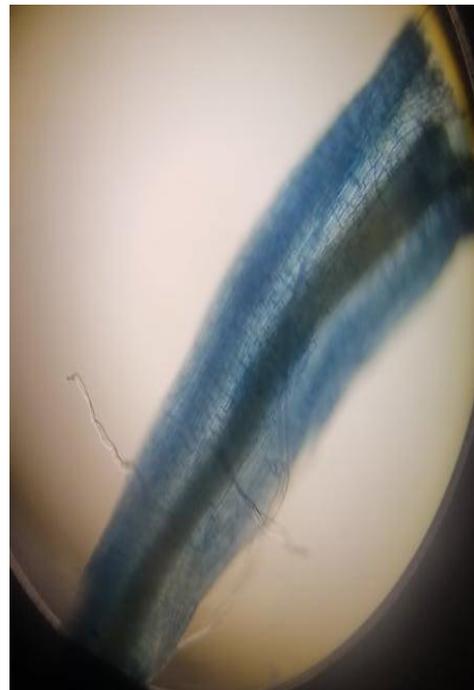
**Guayabo 1 repetición 5:** Presencia de micelio.



**Guarumo 2 repetición 5:** Presencia de micelio.



**Guarumo 2 repetición 3:** Presencia de micelio.



**Guarumo 2 repetición 2:** Presencia de micelio.

**Anexo 6** Cuadro del registro de las observaciones.

Especie	Número de repetición	Número de raíces	Densidad visual	Escala	Pelos radicales
Guayabo	1	1	0	0.0	0
Guayabo	1	2	0	0.0	0
Guayabo	1	3	1	1.0	0
Guayabo	1	4	3	15.5	0
Guayabo	1	5	2	2.5	0
Guayabo	1	6	1	1.0	0
Guayabo	1	7	3	15.5	0
Guayabo	1	8	2	2.5	0
Guayabo	1	9	1	1.0	0
Guayabo	1	10	1	1.0	0
Guayabo	2	11	3	15.5	0
Guayabo	2	12	1	1.0	0
Guayabo	2	13	1	1.0	0
Guayabo	2	14	0	0.0	0
Guayabo	2	15	1	1.0	0
Guayabo	2	16	1	1.0	0
Guayabo	2	17	0	0.0	0
Guayabo	2	18	0	0.0	0
Guayabo	2	19	0	0.0	0
Guayabo	2	20	1	1.0	0
Guayabo	3	21	0	0.0	0
Guayabo	3	22	0	0.0	0
Guayabo	3	23	1	1.0	0
Guayabo	3	24	1	1.0	0
Guayabo	3	25	1	1.0	0
Guayabo	3	26	1	1.0	0
Guayabo	3	27	1	1.0	0
Guayabo	3	28	0	0.0	0
Guayabo	3	29	1	1.0	0
Guayabo	3	30	1	1.0	0
Guayabo	4	31	1	1.0	0
Guayabo	4	32	1	1.0	0
Guayabo	4	33	2	2.5	0
Guayabo	4	34	2	2.5	0
Guayabo	4	35	2	2.5	0
Guayabo	4	36	1	1.0	0
Guayabo	4	37	1	1.0	0
Guayabo	4	38	0	0.0	0
Guayabo	4	39	1	1.0	0

Guayabo	4	40	1	1.0	0
Guayabo	5	41	0	0.0	0
Guayabo	5	42	1	1.0	0
Guayabo	5	43	1	1.0	0
Guayabo	5	44	1	1.0	0
Guayabo	5	45	1	1.0	0
Guayabo	5	46	0	0.0	0
Guayabo	5	47	1	1.0	0
Guayabo	5	48	1	1.0	0
Guayabo	5	49	0	0.0	0
Guayabo	5	50	1	1.0	0
Guayabo	1	51	1	1.0	0
Guayabo	1	52	1	1.0	0
Guayabo	1	53	2	2.5	0
Guayabo	1	54	0	0.0	0
Guayabo	1	55	1	1.0	0
Guayabo	1	56	0	0.0	0
Guayabo	1	57	1	1.0	0
Guayabo	1	58	0	0.0	0
Guayabo	1	59	1	1.0	0
Guayabo	1	60	2	2.5	0
Guayabo	2	61	0	0.0	0
Guayabo	2	62	1	1.0	0
Guayabo	2	63	0	0.0	0
Guayabo	2	64	1	1.0	0
Guayabo	2	65	0	0.0	0
Guayabo	2	66	1	1.0	0
Guayabo	2	67	2	2.5	0
Guayabo	2	68	1	1.0	0
Guayabo	2	69	1	1.0	0
Guayabo	2	70	1	1.0	0
Guayabo	3	71	0	0.0	0
Guayabo	3	72	0	0.0	0
Guayabo	3	73	1	1.0	0
Guayabo	3	74	1	1.0	0
Guayabo	3	75	0	0.0	0
Guayabo	3	76	1	1.0	0
Guayabo	3	77	1	1.0	0
Guayabo	3	78	1	1.0	0
Guayabo	3	79	1	1.0	0
Guayabo	3	80	1	1.0	0
Guayabo	4	81	1	1.0	0
Guayabo	4	82	0	0.0	0
Guayabo	4	83	1	1.0	0

Guayabo	4	84	1	1.0	0
Guayabo	4	85	1	1.0	0
Guayabo	4	86	0	0.0	0
Guayabo	4	87	1	1.0	0
Guayabo	4	88	0	0.0	0
Guayabo	4	89	1	1.0	0
Guayabo	4	90	1	1.0	0
Guayabo	5	91	2	2.5	0
Guayabo	5	92	1	1.0	0
Guayabo	5	93	1	1.0	0
Guayabo	5	94	1	1.0	0
Guayabo	5	95	1	1.0	0
Guayabo	5	96	1	1.0	0
Guayabo	5	97	1	1.0	0
Guayabo	5	98	0	0.0	0
Guayabo	5	99	1	1.0	0
Guayabo	5	100	1	1.0	0
Guayabo	1	101	0	0.0	0
Guayabo	1	102	1	1.0	0
Guayabo	1	103	1	1.0	0
Guayabo	1	104	2	2.5	0
Guayabo	1	105	1	1.0	0
Guayabo	1	106	0	0.0	0
Guayabo	1	107	1	1.0	0
Guayabo	1	108	2	2.5	0
Guayabo	1	109	1	1.0	0
Guayabo	1	110	1	1.0	0
Guayabo	2	111	1	1.0	0
Guayabo	2	112	1	1.0	0
Guayabo	2	113	1	1.0	0
Guayabo	2	114	0	0.0	0
Guayabo	2	115	0	0.0	0
Guayabo	2	116	2	2.5	0
Guayabo	2	117	1	1.0	0
Guayabo	2	118	1	1.0	0
Guayabo	2	119	1	1.0	0
Guayabo	2	120	1	1.0	0
Guayabo	3	121	1	1.0	0
Guayabo	3	122	2	2.5	0
Guayabo	3	123	1	1.0	0
Guayabo	3	124	2	2.5	0
Guayabo	3	125	1	1.0	0
Guayabo	3	126	1	1.0	0
Guayabo	3	127	1	1.0	0

Guayabo	3	128	1	1.0	0
Guayabo	3	129	1	1.0	0
Guayabo	3	130	1	1.0	0
Guayabo	4	131	2	2.5	0
Guayabo	4	132	2	2.5	0
Guayabo	4	133	1	1.0	0
Guayabo	4	134	2	2.5	0
Guayabo	4	135	1	1.0	0
Guayabo	4	136	1	1.0	0
Guayabo	4	137	2	2.5	0
Guayabo	4	138	1	1.0	0
Guayabo	4	139	0	0.0	0
Guayabo	4	140	1	1.0	0
Guayabo	5	141	1	1.0	0
Guayabo	5	142	1	1.0	0
Guayabo	5	143	2	2.5	0
Guayabo	5	144	1	1.0	0
Guayabo	5	145	1	1.0	0
Guayabo	5	146	1	1.0	0
Guayabo	5	147	1	1.0	0
Guayabo	5	148	1	1.0	0
Guayabo	5	149	1	1.0	0
Guayabo	5	150	1	1.0	0
Guazuma	1	151	1	1.0	0
Guazuma	1	152	1	1.0	0
Guazuma	1	153	1	1.0	0
Guazuma	1	154	2	2.5	0
Guazuma	1	155	1	1.0	0
Guazuma	1	156	2	2.5	0
Guazuma	1	157	1	1.0	0
Guazuma	1	158	0	0.0	0
Guazuma	1	159	1	1.0	0
Guazuma	1	160	1	1.0	0
Guazuma	2	161	0	0.0	0
Guazuma	2	162	1	1.0	0
Guazuma	2	163	1	1.0	0
Guazuma	2	164	1	1.0	0
Guazuma	2	165	0	0.0	0
Guazuma	2	166	0	0.0	0
Guazuma	2	167	1	1.0	0
Guazuma	2	168	0	0.0	0
Guazuma	2	169	1	1.0	0
Guazuma	2	170	1	1.0	0
Guazuma	3	171	1	1.0	0

Guazuma	3	172	1	1.0	0
Guazuma	3	173	1	1.0	0
Guazuma	3	174	0	0.0	0
Guazuma	3	175	1	1.0	0
Guazuma	3	176	0	0.0	0
Guazuma	3	177	1	1.0	0
Guazuma	3	178	0	0.0	0
Guazuma	3	179	1	1.0	0
Guazuma	3	180	1	1.0	0
Guazuma	4	181	1	1.0	0
Guazuma	4	182	1	1.0	0
Guazuma	4	183	1	1.0	0
Guazuma	4	184	1	1.0	0
Guazuma	4	185	1	1.0	0
Guazuma	4	186	1	1.0	0
Guazuma	4	187	0	0.0	0
Guazuma	4	188	1	1.0	0
Guazuma	4	189	1	1.0	0
Guazuma	4	190	0	0.0	0
Guazuma	5	191	0	0.0	0
Guazuma	5	192	1	1.0	0
Guazuma	5	193	0	0.0	0
Guazuma	5	194	0	0.0	0
Guazuma	5	195	0	0.0	0
Guazuma	5	196	0	0.0	0
Guazuma	5	197	1	1.0	0
Guazuma	5	198	1	1.0	0
Guazuma	5	199	0	0.0	0
Guazuma	5	200	1	1.0	0
Guazuma	1	201	2	2.5	0
Guazuma	1	202	1	1.0	0
Guazuma	1	203	1	1.0	0
Guazuma	1	204	1	1.0	0
Guazuma	1	205	1	1.0	0
Guazuma	1	206	2	2.5	0
Guazuma	1	207	0	0.0	0
Guazuma	1	208	1	1.0	0
Guazuma	1	209	1	1.0	0
Guazuma	1	210	1	1.0	0
Guazuma	2	211	1	1.0	0
Guazuma	2	212	1	1.0	0
Guazuma	2	213	1	1.0	0
Guazuma	2	214	1	1.0	0
Guazuma	2	215	1	1.0	0

Guazuma	2	216	1	1.0	0
Guazuma	2	217	1	1.0	0
Guazuma	2	218	1	1.0	0
Guazuma	2	219	0	0.0	0
Guazuma	2	220	1	1.0	0
Guazuma	3	221	1	1.0	0
Guazuma	3	222	1	1.0	0
Guazuma	3	223	0	0.0	0
Guazuma	3	224	1	1.0	0
Guazuma	3	225	0	0.0	0
Guazuma	3	226	0	0.0	0
Guazuma	3	227	0	0.0	0
Guazuma	3	228	1	1.0	0
Guazuma	3	229	1	1.0	0
Guazuma	3	230	1	1.0	0
Guazuma	4	231	1	1.0	0
Guazuma	4	232	0	0.0	0
Guazuma	4	233	1	1.0	0
Guazuma	4	234	1	1.0	0
Guazuma	4	235	1	1.0	0
Guazuma	4	236	1	1.0	0
Guazuma	4	237	1	1.0	0
Guazuma	4	238	1	1.0	0
Guazuma	4	239	1	1.0	0
Guazuma	4	240	1	1.0	0
Guazuma	5	241	1	1.0	0
Guazuma	5	242	0	0.0	0
Guazuma	5	243	0	0.0	0
Guazuma	5	244	0	0.0	0
Guazuma	5	245	0	0.0	0
Guazuma	5	246	1	1.0	0
Guazuma	5	247	1	1.0	0
Guazuma	5	248	1	1.0	0
Guazuma	5	249	0	0.0	0
Guazuma	5	250	1	1.0	0
Guazuma	1	251	1	1.0	0
Guazuma	1	252	1	1.0	0
Guazuma	1	253	1	1.0	0
Guazuma	1	254	0	0.0	0
Guazuma	1	255	0	0.0	0
Guazuma	1	256	1	1.0	0
Guazuma	1	257	1	1.0	0
Guazuma	1	258	1	1.0	0
Guazuma	1	259	0	0.0	0

Guazuma	1	260	1	1.0	0
Guazuma	2	261	1	1.0	0
Guazuma	2	262	0	0.0	0
Guazuma	2	263	1	1.0	0
Guazuma	2	264	1	1.0	0
Guazuma	2	265	0	0.0	0
Guazuma	2	266	0	0.0	0
Guazuma	2	267	1	1.0	0
Guazuma	2	268	0	0.0	0
Guazuma	2	269	1	1.0	0
Guazuma	2	270	1	1.0	0
Guazuma	3	271	1	1.0	0
Guazuma	3	272	0	0.0	0
Guazuma	3	273	1	1.0	0
Guazuma	3	274	1	1.0	0
Guazuma	3	275	0	0.0	0
Guazuma	3	276	1	1.0	0
Guazuma	3	277	1	1.0	0
Guazuma	3	278	1	1.0	0
Guazuma	3	279	1	1.0	0
Guazuma	3	280	0	0.0	0
Guazuma	4	281	1	1.0	0
Guazuma	4	282	1	1.0	0
Guazuma	4	283	1	1.0	0
Guazuma	4	284	1	1.0	0
Guazuma	4	285	0	0.0	0
Guazuma	4	286	1	1.0	0
Guazuma	4	287	1	1.0	0
Guazuma	4	288	1	1.0	0
Guazuma	4	289	1	1.0	0
Guazuma	4	290	1	1.0	0
Guazuma	5	291	0	0.0	0
Guazuma	5	292	1	1.0	0
Guazuma	5	293	1	1.0	0
Guazuma	5	294	1	1.0	0
Guazuma	5	295	1	1.0	0
Guazuma	5	296	0	0.0	0
Guazuma	5	297	1	1.0	0
Guazuma	5	298	1	1.0	0
Guazuma	5	299	1	1.0	0
Guazuma	5	300	1	1.0	0
Guachapelí	1	301	1	1.0	0
Guachapelí	1	302	0	0.0	0
Guachapelí	1	303	1	1.0	0

Guachapelí	1	304	0	0.0	0
Guachapelí	1	305	1	1.0	0
Guachapelí	1	306	1	1.0	0
Guachapelí	1	307	1	1.0	0
Guachapelí	1	308	1	1.0	0
Guachapelí	1	309	1	1.0	0
Guachapelí	1	310	1	1.0	0
Guachapelí	2	311	2	2.5	0
Guachapelí	2	312	1	1.0	0
Guachapelí	2	313	1	1.0	0
Guachapelí	2	314	1	1.0	0
Guachapelí	2	315	1	1.0	0
Guachapelí	2	316	3	15.5	0
Guachapelí	2	317	1	1.0	0
Guachapelí	2	318	1	1.0	0
Guachapelí	2	319	0	0.0	0
Guachapelí	2	320	2	2.5	0
Guachapelí	3	321	1	1.0	0
Guachapelí	3	322	1	1.0	0
Guachapelí	3	323	1	1.0	0
Guachapelí	3	324	0	0.0	0
Guachapelí	3	325	1	1.0	0
Guachapelí	3	326	1	1.0	0
Guachapelí	3	327	1	1.0	0
Guachapelí	3	328	1	1.0	0
Guachapelí	3	329	2	2.5	0
Guachapelí	3	330	1	1.0	0
Guachapelí	4	331	2	2.5	0
Guachapelí	4	332	1	1.0	0
Guachapelí	4	333	1	1.0	0
Guachapelí	4	334	1	1.0	0
Guachapelí	4	335	2	2.5	0
Guachapelí	4	336	1	1.0	0
Guachapelí	4	337	1	1.0	0
Guachapelí	4	338	0	0.0	0
Guachapelí	4	339	1	1.0	0
Guachapelí	4	340	1	1.0	0
Guachapelí	5	341	1	1.0	1
Guachapelí	5	342	2	2.5	1
Guachapelí	5	343	1	1.0	1
Guachapelí	5	344	1	1.0	1
Guachapelí	5	345	1	1.0	0
Guachapelí	5	346	1	1.0	1
Guachapelí	5	347	1	1.0	1

Guachapelí	5	348	1	1.0	0
Guachapelí	5	349	1	1.0	1
Guachapelí	5	350	1	1.0	1
Guachapelí	1	351	1	1.0	0
Guachapelí	1	352	1	1.0	0
Guachapelí	1	353	2	2.5	0
Guachapelí	1	354	1	1.0	0
Guachapelí	1	355	0	0.0	0
Guachapelí	1	356	0	0.0	0
Guachapelí	1	357	1	1.0	1
Guachapelí	1	358	1	1.0	0
Guachapelí	1	359	1	1.0	1
Guachapelí	1	360	0	0.0	0
Guachapelí	2	361	1	1.0	1
Guachapelí	2	362	1	1.0	2
Guachapelí	2	363	1	1.0	0
Guachapelí	2	364	1	1.0	1
Guachapelí	2	365	2	2.5	0
Guachapelí	2	366	1	1.0	0
Guachapelí	2	367	1	1.0	2
Guachapelí	2	368	0	0.0	0
Guachapelí	2	369	1	1.0	1
Guachapelí	2	370	1	1.0	0
Guachapelí	3	371	1	1.0	2
Guachapelí	3	372	1	1.0	0
Guachapelí	3	373	1	1.0	0
Guachapelí	3	374	2	2.5	0
Guachapelí	3	375	1	1.0	0
Guachapelí	3	376	1	1.0	1
Guachapelí	3	377	1	1.0	0
Guachapelí	3	378	1	1.0	0
Guachapelí	3	379	1	1.0	0
Guachapelí	3	380	1	1.0	1
Guachapelí	4	381	1	1.0	0
Guachapelí	4	382	1	1.0	0
Guachapelí	4	383	2	2.5	0
Guachapelí	4	384	1	1.0	0
Guachapelí	4	385	1	1.0	0
Guachapelí	4	386	1	1.0	0
Guachapelí	4	387	1	1.0	3
Guachapelí	4	388	0	0.0	1
Guachapelí	4	389	1	1.0	0
Guachapelí	4	390	1	1.0	0
Guachapelí	5	391	1	1.0	1

Guachapelí	5	392	1	1.0	1
Guachapelí	5	393	1	1.0	0
Guachapelí	5	394	1	1.0	0
Guachapelí	5	395	1	1.0	0
Guachapelí	5	396	1	1.0	1
Guachapelí	5	397	2	2.5	1
Guachapelí	5	398	1	1.0	0
Guachapelí	5	399	1	1.0	0
Guachapelí	5	400	1	1.0	0
Guachapelí	1	401	1	1.0	0
Guachapelí	1	402	1	1.0	1
Guachapelí	1	403	1	1.0	0
Guachapelí	1	404	1	1.0	1
Guachapelí	1	405	1	1.0	1
Guachapelí	1	406	1	1.0	1
Guachapelí	1	407	1	1.0	1
Guachapelí	1	408	2	2.5	0
Guachapelí	1	409	1	1.0	0
Guachapelí	1	410	1	1.0	0
Guachapelí	2	411	2	2.5	0
Guachapelí	2	412	1	1.0	0
Guachapelí	2	413	2	2.5	0
Guachapelí	2	414	1	1.0	0
Guachapelí	2	415	1	1.0	0
Guachapelí	2	416	2	2.5	0
Guachapelí	2	417	2	2.5	0
Guachapelí	2	418	2	2.5	0
Guachapelí	2	419	1	1.0	0
Guachapelí	2	420	2	2.5	0
Guachapelí	3	421	1	1.0	0
Guachapelí	3	422	1	1.0	0
Guachapelí	3	423	2	2.5	0
Guachapelí	3	424	1	1.0	0
Guachapelí	3	425	1	1.0	0
Guachapelí	3	426	0	0.0	0
Guachapelí	3	427	1	1.0	0
Guachapelí	3	428	1	1.0	0
Guachapelí	3	429	1	1.0	0
Guachapelí	3	430	2	2.5	0
Guachapelí	4	431	1	1.0	0
Guachapelí	4	432	0	0.0	0
Guachapelí	4	433	1	1.0	0
Guachapelí	4	434	2	2.5	0
Guachapelí	4	435	1	1.0	0

Guachapelí	4	436	2	2.5	0
Guachapelí	4	437	1	1.0	0
Guachapelí	4	438	1	1.0	0
Guachapelí	4	439	1	1.0	1
Guachapelí	4	440	0	0.0	0
Guachapelí	5	441	1	1.0	0
Guachapelí	5	442	1	1.0	0
Guachapelí	5	443	1	1.0	1
Guachapelí	5	444	1	1.0	0
Guachapelí	5	445	2	2.5	0
Guachapelí	5	446	2	2.5	0
Guachapelí	5	447	2	2.5	0
Guachapelí	5	448	1	1.0	0
Guachapelí	5	449	1	1.0	0
Guachapelí	5	450	0	0.0	0
Guarumo	1	451	1	1.0	3
Guarumo	1	452	1	1.0	3
Guarumo	1	453	2	2.5	1
Guarumo	1	454	2	2.5	1
Guarumo	1	455	2	2.5	3
Guarumo	1	456	2	2.5	0
Guarumo	1	457	1	1.0	1
Guarumo	1	458	1	1.0	0
Guarumo	1	459	2	2.5	1
Guarumo	1	460	2	2.5	1
Guarumo	2	461	1	1.0	0
Guarumo	2	462	1	1.0	0
Guarumo	2	463	2	2.5	0
Guarumo	2	464	1	1.0	1
Guarumo	2	465	2	2.5	2
Guarumo	2	466	1	1.0	2
Guarumo	2	467	1	1.0	1
Guarumo	2	468	2	2.5	1
Guarumo	2	469	1	1.0	0
Guarumo	2	470	1	1.0	0
Guarumo	3	471	2	2.5	0
Guarumo	3	472	1	1.0	1
Guarumo	3	473	2	2.5	1
Guarumo	3	474	1	1.0	1
Guarumo	3	475	1	1.0	1
Guarumo	3	476	1	1.0	0
Guarumo	3	477	1	1.0	0
Guarumo	3	478	2	2.5	0
Guarumo	3	479	3	15.5	0

Guarumo	3	480	2	2.5	0
Guarumo	4	481	1	1.0	0
Guarumo	4	482	1	1.0	0
Guarumo	4	483	1	1.0	0
Guarumo	4	484	1	1.0	1
Guarumo	4	485	1	1.0	0
Guarumo	4	486	1	1.0	0
Guarumo	4	487	2	2.5	0
Guarumo	4	488	3	15.5	1
Guarumo	4	489	1	1.0	1
Guarumo	4	490	1	1.0	2
Guarumo	5	491	1	1.0	4
Guarumo	5	492	1	1.0	2
Guarumo	5	493	2	2.5	1
Guarumo	5	494	1	1.0	1
Guarumo	5	495	1	1.0	1
Guarumo	5	496	1	1.0	0
Guarumo	5	497	1	1.0	0
Guarumo	5	498	1	1.0	0
Guarumo	5	499	1	1.0	1
Guarumo	5	500	1	1.0	2
Guarumo	1	501	1	1.0	0
Guarumo	1	502	1	1.0	0
Guarumo	1	503	1	1.0	0
Guarumo	1	504	1	1.0	0
Guarumo	1	505	1	1.0	0
Guarumo	1	506	2	2.5	0
Guarumo	1	507	1	1.0	0
Guarumo	1	508	3	15.5	3
Guarumo	1	509	1	1.0	0
Guarumo	1	510	2	2.5	0
Guarumo	2	511	3	15.5	0
Guarumo	2	512	2	2.5	0
Guarumo	2	513	2	2.5	0
Guarumo	2	514	1	1.0	0
Guarumo	2	515	2	2.5	0
Guarumo	2	516	1	1.0	0
Guarumo	2	517	1	1.0	0
Guarumo	2	518	1	1.0	0
Guarumo	2	519	1	1.0	0
Guarumo	2	520	2	2.5	0
Guarumo	3	521	1	1.0	0
Guarumo	3	522	2	2.5	0
Guarumo	3	523	1	1.0	0

Guarumo	3	524	1	1.0	0
Guarumo	3	525	1	1.0	0
Guarumo	3	526	1	1.0	0
Guarumo	3	527	1	1.0	0
Guarumo	3	528	2	2.5	0
Guarumo	3	529	1	1.0	0
Guarumo	3	530	1	1.0	0
Guarumo	4	531	1	1.0	0
Guarumo	4	532	1	1.0	0
Guarumo	4	533	1	1.0	0
Guarumo	4	534	1	1.0	0
Guarumo	4	535	2	2.5	0
Guarumo	4	536	1	1.0	0
Guarumo	4	537	0	0.0	0
Guarumo	4	538	2	2.5	0
Guarumo	4	539	1	1.0	0
Guarumo	4	540	1	1.0	0
Guarumo	5	541	1	1.0	0
Guarumo	5	542	1	1.0	1
Guarumo	5	543	1	1.0	0
Guarumo	5	544	1	1.0	0
Guarumo	5	545	1	1.0	0
Guarumo	5	546	2	2.5	0
Guarumo	5	547	1	1.0	0
Guarumo	5	548	1	1.0	1
Guarumo	5	549	2	2.5	0
Guarumo	5	550	2	2.5	0
Guarumo	1	551	2	2.5	0
Guarumo	1	552	1	1.0	1
Guarumo	1	553	2	2.5	1
Guarumo	1	554	3	15.5	1
Guarumo	1	555	2	2.5	1
Guarumo	1	556	1	1.0	0
Guarumo	1	557	2	2.5	0
Guarumo	1	558	1	1.0	2
Guarumo	1	559	2	2.5	1
Guarumo	1	560	1	1.0	0
Guarumo	2	561	1	1.0	1
Guarumo	2	562	2	2.5	1
Guarumo	2	563	2	2.5	1
Guarumo	2	564	2	2.5	3
Guarumo	2	565	3	15.5	2
Guarumo	2	566	1	1.0	1
Guarumo	2	567	1	1.0	1

Guarumo	2	568	2	2.5	1
Guarumo	2	569	2	2.5	1
Guarumo	2	570	2	2.5	1
Guarumo	3	571	1	1.0	0
Guarumo	3	572	3	15.5	0
Guarumo	3	573	2	2.5	1
Guarumo	3	574	1	1.0	0
Guarumo	3	575	1	1.0	1
Guarumo	3	576	1	1.0	0
Guarumo	3	577	1	1.0	0
Guarumo	3	578	2	2.5	0
Guarumo	3	579	1	1.0	1
Guarumo	3	580	2	2.5	0
Guarumo	4	581	1	1.0	1
Guarumo	4	582	1	1.0	1
Guarumo	4	583	2	2.5	1
Guarumo	4	584	1	1.0	1
Guarumo	4	585	1	1.0	0
Guarumo	4	586	1	1.0	1
Guarumo	4	587	1	1.0	0
Guarumo	4	588	0	0.0	1
Guarumo	4	589	1	1.0	1
Guarumo	4	590	1	1.0	1
Guarumo	5	591	1	1.0	1
Guarumo	5	592	2	2.5	1
Guarumo	5	593	1	1.0	2
Guarumo	5	594	2	2.5	0
Guarumo	5	595	2	2.5	0
Guarumo	5	596	1	1.0	0
Guarumo	5	597	2	2.5	1
Guarumo	5	598	2	2.5	1
Guarumo	5	599	1	1.0	0
Guarumo	5	600	1	1.0	1