

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña - 2022”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO**

**AUTORES:**

Bach. Diaz Barboza, Elber

Bach. Fiestas Gordillo, José Emmanuel

**ASESOR:**

Ms. Fonseca Adrianzen, Alain Rene

DNI: 45559316

Código ORCID: 0009-0003-0608-3097

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

La presente Tesis para Título se revisó y desarrolló en cumplimiento al objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando dentro del área y línea de investigación conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D. N°580-2022-CU-R-UNS), de acuerdo a la denominación siguiente:

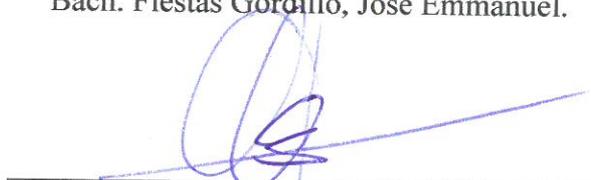
**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO**  
**AGRÓNOMO**

**“Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña - 2022”**

AUTORES:

Bach. Diaz Barboza, Elber.

Bach. Fiestas Gordillo, José Emmanuel.



---

Ms. Alain Rene Fonseca Adrianzen.

DNI: 45559316

Código ORCID: 0009-0003-0608-3097

ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

El presente jurado evaluador da la conformidad de la presente Tesis para Título, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el grado académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D. N°580-2022-CU-R-UNS), titulado:

**“Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña - 2022”**

AUTORES:

Bach. Diaz Barboza, Elber.

Bach. Fiestas Gordillo, José Emmanuel.

Ms. Wilmer Aquino Minchán.

DNI:26602902

Código ORCID: 0000-0002-2624-1174

PRESIDENTE

Ms. Walver Keiser Lázaro Rodriguez

DNI: 40320788

Código ORCID: 0000-0002-2626-5010

SECRETARIO

Ms. Alain Rene Fonseca Adrianzen.

DNI: 45559316

Código ORCID: 0009-0003-0608-3097

INTEGRANTE

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 17 días del mes de mayo del año dos mil veinticuatro, siendo las 08.:10 pm. en el aula del Pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma-FI-UNS, campus II, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante Resolución .N°170-2024-UNS-CFI, integrado por los docentes: : Ms. Wilmer Aquino Minchán (Presidente), Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez (Secretario) y Ms. Alain René Fonseca Adrianzén (Integrante) y, de Expedito según T.Resolución Decanal N° 229-2024-UNS-FI, para la sustentación de la Tesis intitulada **“Aislamiento e Identificación de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en los Ecosistemas de los Distritos de Santa y Nepeña - 2022”**, perteneciente a los bachilleres: **FIESTAS GORDILLO JOSÉ EMMANUEL**, con código de matrícula N° 0201715044 y **DÍAZ BARBOZA ELBER**, con código de matrícula n. 0201715008 de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, quien es asesorado por el docente: Ms. Alain René Fonseca Adrianzén (R.D. N° 569-2022-UNS-FI) .

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, vigente, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
FIESTAS GORDILLO JOSÉ EMMANUEL	17	BUENO
DÍAZ BARBOZA ELBER	17	BUENO

Siendo las 9:30 pm del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, mayo 17 de 2024



Ms. Wilmer Aquino Minchán  
PRESIDENTE



Ms. Walver Keiser Lázaro Rodríguez  
SECRETARIO



Ms. Alain René Fonseca Adrianzén  
INTEGRANTE



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: JOSÉ EMMANUEL FIESTAS GORDILLO  
Título del ejercicio: INFORME FINAL DE TESIS  
Título de la entrega: INFORME FINAL DE TESIS- IDENTIFICACIÓN DE MICORRIZAS...  
Nombre del archivo: INFORME\_FINAL\_DE\_TESIS-\_IDENTIFICACIÓN\_DE\_MICORRIZ...  
Tamaño del archivo: 5.74M  
Total páginas: 76  
Total de palabras: 10,830  
Total de caracteres: 61,981  
Fecha de entrega: 12-jun.-2024 06:57a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2401059673

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



"Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña - 2022"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGRÓNOMO  
AUTORES:  
Bach. Diaz Barboza, Elber  
Bach. Fiestas Gordillo, José Emmanuel  
ASESOR:  
Ms. Fonseca Adrianzen, Alain Rene  
DNI: 45559316  
Código ORCID: 0009-0003-0608-3097

Nuevo Chimbote – Perú  
2024

# INFORME FINAL DE TESIS- IDENTIFICACIÓN DE MICORRIZAS- FIESTAS - DÍAZ.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://pesquisa.bvsalud.org">pesquisa.bvsalud.org</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.uaaan.mx">repositorio.uaaan.mx</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://cicese.repositorioinstitucional.mx">cicese.repositorioinstitucional.mx</a> Fuente de Internet	

## DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado con todo el amor del mundo para mi madre Rocío, quien ha inculcado buenos valores en mí, quien me enseñó y demostró que con esfuerzo uno puede alcanzar cualquier cosa, además es mi motor para salir adelante y luchar por mis metas y sueños.*

*Asimismo, con mucho cariño a mi hermano Renato, que por el me esfuerzo el doble, ya que quiero ser un buen ejemplo para él, y que además deseo que logre muchas más cosas que yo, ya que tiene mucho potencial por explotar. También se lo dedico a mis tías, tíos y abuela, quienes fueron las personas que estuvieron dándome su apoyo incondicional en mi día a día.*

*Quiero también dedicárselo a las mejores personas que Dios me permitió conocer, Elber, Moises, y Anabela, quienes estuvieron en mis buenos y malos momentos, siempre dando el apoyo sin esperar nada a cambio.*

*Emmanuel Fiestas*

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi guía durante mi vida, por mantenerme sano, salvo y bendecirme día tras día.*

*A mis padres Belermino y Floresvinda, por el gran esfuerzo que tuvieron de darme la posibilidad de seguir estudiando e impulsarme hacia un mejor futuro.*

*A mi hermana, por ser la persona que me impulsa a mejorar cada día, para ser un ejemplo en su vida.*

*A mis docentes, no olvidare sus enseñanzas durante mi formación universitaria que me ayudaran durante mi etapa profesional.*

*A mi amiga Brenda Loyola, gracias por tu amistad incondicional que hicieron de estos cinco años la mejor etapa de mi vida, también por impulsarme a mejorar cada día en mi etapa universitaria.*

*A mis amigos de la Universidad, Emmanuel, Moisés, Luz y Alondra por estar ahí en los buenos y malos momentos.*

*Elber Diaz*

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios, quien ha derramado sus bendiciones en nuestras familias, que, a pesar de cada momento difícil, siempre estuvo cuidando de nosotros y que nos está permitiendo lograr un gran paso en nuestra vida profesional.

También nuestros eternos agradecimientos para nuestras familia y amigos ya que siempre recibimos el apoyo incondicional de cada uno.

Un sincero agradecimiento a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional de la Santa y a todos los docentes que constantemente compartieron sus diferentes conocimientos y experiencias, que fueron de vital importancia en nuestra carrera universitaria. Agradecemos a nuestro asesor Ms. Alain Rene Fonseca Adrianzen por ser un gran docente, por asistir a mi formación profesional, por compartirnos conocimientos valiosos y por dedicar tiempo para poder lograr culminar esta investigación.

José Emmanuel Fiestas Gordillo

Elber Diaz Barboza

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. ANTECEDENTES.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.6. LIMITACIONES DEL TRABAJO.....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. MICORRIZA.....	19
2.2. TIPOS DE MICORRIZA .....	19
2.2.1. Ectomicorriza .....	19
2.2.2. Endomicorriza .....	20
2.2.3. Ectendomicorriza .....	21
2.3. MICORRIZA ARBUSCULAR (MA) .....	21
2.3.1. Distribución.....	21
2.3.2. Morfología.....	22
a. Esporas .....	22
b. Hifas .....	22
c. Micelio .....	22

d.	Vesículas.....	22
e.	Arbúsculos.....	23
2.3.3.	Taxonomía.....	24
2.3.4.	Etapas de la colonización del HMA:.....	26
a.	Primera etapa:.....	26
b.	Segunda etapa:.....	26
c.	Tercera etapa: .....	26
2.3.5.	Principales géneros de los HMA.....	26
a.	Glomus .....	26
b.	Gigaspora .....	27
c.	Acaulospora.....	27
d.	Entrophospora .....	28
2.3.6.	Beneficios de los HMA .....	28
a.	En la resistencia de plagas y enfermedades .....	28
b.	Absorción de nutrientes:.....	29
c.	Incremento en la tasa fotosintética .....	29
d.	Efectos hormonales en plantas micorrizadas .....	29
e.	Absorción de agua.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. ....	30
3.1.1.	Etapa de campo. ....	30
3.1.2.	Ubicación de laboratorio. ....	32
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.2.1.	Población.....	32
3.2.2.	Muestra.....	32

3.3.	ETAPA CAMPO.....	33
3.3.1.	Muestreo de suelo.....	33
3.4.	ETAPA DE LABORATORIO.....	36
3.4.1.	Aislamiento de esporas.....	36
3.4.2.	Identificación de géneros HMA .....	40
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS .....	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	43
4.1.	PRESENCIA DE ESPORAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LOS DISTRITOS DE SANTA Y NEPEÑA.....	43
4.2.	ESPORAS IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE SANTA.....	45
4.3.	ESPORAS IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE NEPEÑA.....	47
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
5.1.	CONCLUSIONES.....	50
5.2.	RECOMENDACIONES .....	51
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VII.	ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía de los hongos Micorrízicos (HMA) .....	25
Tabla 2: Zonas de muestreo del distrito del Santa. ....	30
Tabla 3: Zonas de muestreo del distrito de Nepeña. ....	30
Tabla 4: Zonas de muestreo en los distritos de Santa y Nepeña. ....	32
Tabla 5: Número de esporas encontradas en los distritos de Nepeña y Santa. ....	43
Tabla 6: Clasificación por género de esporas identificadas en el distrito de Santa. ....	45
Tabla 7: Clasificación por género de esporas identificadas en el distrito de Nepeña. ....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo de vida de <i>Glomus</i> intraradices.....	23
Figura 2: Desarrollo de espora <i>Glomus</i> . .....	26
Figura 3: Desarrollo de esporas en <i>Gigaspora</i> . .....	27
Figura 4: Desarrollo de esporas en <i>Acaulospora</i> .....	27
Figura 5: Desarrollo de esporas en <i>Entrophospora</i> . .....	28
Figura 6: Mapa de muestreo en el ecosistema del distrito de Santa. ....	31
Figura 7: Mapa de muestreo en el ecosistema del distrito de Nepeña. ....	31
Figura 8: Árboles viejos con poca disponibilidad de agua y con buen desarrollo.....	33
Figura 9: Árbol escogido al azar para el muestreo de su rizósfera. ....	33
Figura 10: Extracción de las submuestras de la rizosfera en el distrito de Nepeña. ....	34
Figura 11: Extracción de submuestras de rizosfera en el distrito de Santa. ....	34
Figura 12: Muestra rotulada.....	35
Figura 13: Cooler con muestras listas para ser analizadas.....	35
Figura 14: Matraz conteniendo 50 gr de muestra. ....	36
Figura 15: Proceso de tamizado de las muestras. ....	37
Figura 16: Centrífuga programada a 3500 rpm por 3 minutos. ....	37
Figura 17: Inyectado de sacarosa al 75% en tubos falcon. ....	38
Figura 18: Tamizado de sacarosa con micorrizas captadas.....	38
Figura 19: Enjuague con agua destilada para retirar excedente de sacarosa. ....	39
Figura 20: Micorrizas captadas en el tamiz. ....	39
Figura 21: Traslado de micorrizas captadas en tamiz hacia una placa petri. ....	40
Figura 22: Reconocimiento de micorrizas en estereoscopio.....	40
Figura 23: Extracción de micorrizas con ayuda de micropipeta. ....	41
Figura 24: Reconocimiento de HMA con ayuda de microscopio. ....	41
Figura 25: Reconocimiento morfológico de micorrizas encontradas para su identificación. ....	42
Figura 26: Espora de <i>Glomus spp.</i> captada en microscopio. ....	42
Figura 27: Comparación de presencia de esporas encontradas en los distritos de Santa y Nepeña. .....	44

Figura 28: Comparación de adaptabilidad de géneros de HMA, respecto a las especies vegetales muestreadas en el distrito de Santa. ....	46
Figura 29: Comparación de adaptabilidad de géneros de HMA, respecto a las especies vegetales muestreadas en el distrito de Nepeña. ....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cartilla de evaluación N° 1 .....	56
Anexo 2: Cartilla de evaluación N° 2 .....	56
Anexo 3: Cartilla de evaluación N° 3 .....	57
Anexo 4: Cartilla de evaluación N° 4 .....	57
Anexo 5: Cartilla de evaluación N° 5 .....	58
Anexo 6: Cartilla de evaluación N° 6 .....	58
Anexo 7: Cartilla de evaluación N° 7 .....	59
Anexo 8: Cartilla de evaluación N° 8 .....	59
Anexo 9: Cartilla de evaluación N° 9 .....	60
Anexo 10: Cartilla de evaluación N° 10 .....	60
Anexo 11: Cartilla de evaluación N° 11 .....	61
Anexo 12: Cartilla de evaluación N° 12 .....	61
Anexo 13: Cartilla de evaluación N° 13 .....	62
Anexo 14: Cartilla de evaluación N° 14 .....	62
Anexo 15: Cartilla de evaluación N° 15 .....	63
Anexo 16: Cartilla de evaluación N° 16 .....	63
Anexo 17: Cartilla de evaluación N° 17 .....	64
Anexo 18: Cartilla de evaluación N° 18 .....	64
Anexo 19: Cartilla de evaluación N° 19 .....	65
Anexo 20: Cartilla de evaluación N° 20 .....	65
Anexo 21: Cartilla de evaluación N° 21 .....	66
Anexo 22: Cartilla de evaluación N° 22 .....	66
Anexo 23: Cartilla de evaluación N° 23 .....	67
Anexo 24: Cartilla de evaluación N° 24 .....	67
Anexo 25: Cartilla de evaluación N° 25 .....	68
Anexo 26: Cartilla de evaluación N° 26 .....	68
Anexo 27: Cartilla de evaluación N° 27 .....	69

Anexo 28: Cartilla de evaluación N°28. ....	69
Anexo 29: Cartilla de evaluación N° 29. ....	70
Anexo 30: Cartilla de evaluación N° 30. ....	70
Anexo 31: Cartilla de evaluación N° 31. ....	71
Anexo 32: Cartilla de evaluación N°32. ....	71
Anexo 33: Cartilla de evaluación N°33. ....	72
Anexo 34: Cartilla de evaluación N°34. ....	72
Anexo 35: Cartilla de evaluación N°35. ....	73
Anexo 36: Cartilla de evaluación N°36. ....	73
Anexo 37: Recolección de submuestras de rizósfera de plátano. ....	74
Anexo 38: Equipo investigador en trabajo de laboratorio. ....	74
Anexo 39: Equipo investigador buscando micorrizas mediante estereoscopio y microscopio. ...	75
Anexo 40: Equipo investigador.....	75

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en los distritos de Santa y Nepeña con la finalidad de poder aislar e identificar a nivel de género, hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de dichos distritos. Se inició con la recolección de 5 sub muestras de tierra con raíces de especies vegetales por cada punto de los 7 a muestrear por distrito. Por punto de muestreo se mezcló homogéneamente las 5 sub muestras, y se almacenó 250 gr de mezcla, para luego ser llevadas a laboratorio. En laboratorio se tomó 50 gr de muestra y se diluyó en 1Lt de agua destilada para luego pasar el proceso de tamizado. Luego lo rescatado por el tamiz más fino, se almacena en tubos falcon con agua destilada. Dichos tubos se centrifugan para precipitar los hongos rescatados, posteriormente se extrae el agua destilada sobrante para reemplazarlo por sacarosa al 75% para centrifugarse nuevamente. Acto seguido se tamizó lo obtenido y se pasó a identificar en el microscopio. El número de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) identificados en ambos distritos fue de 96, siendo el distrito de Santa donde se encontró una mayor cantidad de esporas, llegando a una suma de 59 esporas, representando un 61.46% del total. Por otro lado, en el distrito de Nepeña se encontró un total de 37 esporas, representando un 38.54% del total. Se identificó taxonómicamente a nivel de género los hongos micorrízicos arbusculares en los distritos Nepeña y Santa, identificando cuatro tipos de géneros de hongos micorrízicos arbusculares siendo predominante el género *Glomus* en ambos distritos (Nepeña:29 y Santa: 47), seguidamente del género *Acaulospora* (Nepeña:6 y Santa:8), continuando con el género *Gigaspora* (Nepeña:1 y Santa:4 y para finalizar el género *Claroideoglomus* solo se encontró en el distrito de Nepeña.

Palabras clave: aislamiento, identificación, hongos micorrízicos arbusculares, ecosistemas.

## ABSTRACT

The present investigation was developed in the districts of Santa and Nepeña with the purpose of being able to isolate and identify at the genus level, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the ecosystems of said districts. It began with the collection of 5 sub-samples of soil with roots of plant species for each point of the 7 to be sampled per district. At each sampling point, the 5 sub-samples were homogeneously mixed, and 250 g of the mixture was stored and then taken to the laboratory. In the laboratory, 50 g of sample was taken and diluted in 1L of distilled water to then undergo the sieving process. Then what is recovered through the finest sieve is stored in falcon tubes with distilled water. These tubes are centrifuged to precipitate the rescued fungi, then the excess distilled water is extracted to replace it with 75% sucrose to be centrifuged again. The obtained was then sifted and identified under the microscope. The number of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) spores identified in both districts was 96, with the district of Santa being where the greatest number of spores was found, reaching a total of 59 spores, representing 61.46% of the total. On the other hand, in the Nepeña district a total of 37 spores were found, representing 38.54% of the total. Arbuscular mycorrhizal fungi were taxonomically identified at the genus level in the Nepeña and Santa districts, identifying four types of genera of arbuscular mycorrhizal fungi, with the *Glomus* genus predominating in both districts (Nepeña: 29 and Santa: 47), followed by the *Acaulospora* genus ( Nepeña:6 and Santa:8), continuing with the genus *Gigaspora* (Nepeña:1 and Santa:4 and finally the genus *Claroideoglomus* was only found in the Nepeña district.

Keywords: isolation, identification, arbuscular mycorrhizal fungi, ecosystems.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1.ANTECEDENTES

En el Perú, así como en la mayoría de los países del mundo, la mayoría de las plantas están asociados con hongos micorriza arbuscular (HMA) en la parte de la Rizosfera, estos hongos están principalmente en bosques y/o lugares que no se utilizan fertilizantes químicos, sin embargo, en la provincia del Santa-Ancash los estudios de estos hongos benéficos para conocer su diversidad de géneros, potencial y beneficio en plantas hospederas son limitados.

Montaño et al., citado por Herrera (2018), mencionan que, entre los seres vivos, los hongos son el segundo grupo con mayor cantidad de especies, esto después de los insectos. Se calcula que aproximadamente existen 1.5 millones especies de hongos, de la cuales solo se han descrito 72 000 especies, aunque anualmente se registran aproximadamente 1500 nuevas especies. Los hongos micorriza arbusculares (HMA) podrían representar el segundo componente más grande de este grupo. p.15

Cuenca et al., (2007), argumentan que a las micorrizas arbusculares (MA) se les conoce como asociaciones ecológicamente mutualistas entre los hongos Glomeromycota y la mayoría de las plantas, estos siendo una herramienta muy favorable para la agricultura sustentable y sostenible.

Asimismo, menciona que los principales efectos beneficiosos son, protección contra los patógenos; incremento de absorción de nutrientes pocos móviles como P, Cu y Zn; resistencia a las sequias y la ayuda a la estabilidad de las plantas. Por otro lado, Vargas et al., (2021) argumenta que los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) son muy importantes para el desarrollo y supervivencia de las plantas en el planeta y esto ha motivado el uso de algunas especies de HMA para uso comercial como biofertilizantes de cultivos orgánicos a nivel nacional.

Raya, et al., (2019) en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo determinar la diversidad de especies de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) en huertos de aguacate de Michoacán. Para esta investigación se recolectaron muestras de suelo en huertos durante la estación de lluvias en agosto del 2016. Las muestras de suelo (tres submuestras por huerto) se tomaron desde el horizonte superior hasta 30 cm de profundidad. Seguidamente en el laboratorio, las esporas se aislaron a partir de muestras de suelo seco y se identificaron morfológicamente. Todo esto dio como resultado el registro y descripción de 15 morfo especies de HMA clasificadas en ocho géneros y cuatro familias. Además, que el 78.5% de las especies pertenecen a las

familias Glomeraceae y Diversisporaceae; el resto a Claroideoglomeraceae y Acaulosporaceae; se identificaron las especies *Sclerocystis sinuosa*, *S. rubiformis*, *Funneliformis geosporum*, *F. mosseae*, *Acaulospora scrobiculata*, *Diversispora spurca* y *Entrophospora infrequens*, reportadas en cultivos de aguacate, mientras que *Glomus citricola*, *G. macrocarpum*, *Septoglomus constrictum* y *Claroideogloium claroideum*, se reportan por primera vez en aguacate. La presencia de *D. aurantia* y *Tricispora nevadensis* se registran primera vez en México.

Meza et al., (2017) en su investigación tuvieron como objetivo aislar e identificar hongos formadores de micorriza arbuscular en plantaciones de melina (*Gmelina arborea Roxb*), el trabajo lo realizaron muestreando dos plantaciones de melina de 1 y 3 años de edad, los cuales están ubicadas en la zona central del trópico húmedo ecuatoriano, provincia de Los Ríos, cantón Valencia. El trabajo tuvo como resultados la presencia de dos géneros *Glomus* y *Gigaspora*. El género con mayor representatividad en cantidad de esporas por gramo de suelo fue *Glomus*. Además, la mayor colonización en raíces fue en los árboles de un año de edad.

Herrera (2018) en su tesis investigó en micorriza arbuscular asociada a *Swietenia macrophylla* (Caoba) en 5 zonas de Ucayali, San Martín y Huánuco. El trabajo consistió en cuantificar el número de esporas y determinar la intensidad de micorrizas, el muestreo de la rizosfera (suelo) lo realizó en 15 árboles de *Swietenia macrophylla* y de la raíz 8 árboles. En su estudio el resultado que obtuvo en mayor número de esporas fue de lugar de Chazuta (CH=15 esporas g<sup>-1</sup> suelo), seguido de la procedencia de Bello Horizonte (BH= 14 esporas g<sup>-1</sup> suelo), INIA Fincyt (CFI= 12 esporas g<sup>-1</sup> suelo) y INIA Agro bosque (CAI= 8 esporas g<sup>-1</sup> suelo, lo cual finalmente en la identificación se reportó 37 especies de hongo micorriza arbusculares (HMA), encontrando en Chazuta la mayor diversidad con 17 especies, esto concluyendo que el género que se presentó con mayor frecuencia fue *Acaulospora*.

Por otro lado, Sandoval y García (2019), en su trabajo de tesis evaluó el comportamiento de los inoculantes puros de hongos micorrícicos arbusculares como opción para la reducción de fertilizantes sintéticos en el cultivo de *Brachiaria decumbens*, en el laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, departamento de Ucayali, en el período julio del 2017 hasta enero del 2018. Los parámetros a evaluar fueron: porcentaje de colonización en raíces, número de esporas, peso foliar y radicular, siendo 3 tratamientos (T) 04 repeticiones cada uno, donde T1: *Glomus* sp., T2: *Acaulospora* sp., T3: (*Glomus* sp. + *Acaulospora* sp.). Como resultado en su primera evaluación a los 40 primeros días de inoculación y la segunda evaluación a los 80

días de inoculación no hubo una diferencia significativa ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos para cada tratamiento. En la tercera evaluación a los 140 días de inoculación si hubo diferencia significativa.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Desde hace décadas la agricultura se ha basado en la aplicación de fertilizantes agrícolas con el fin de obtener la cantidad óptima de nutrientes para poder cubrir con la demanda de alimentos a nivel mundial. El uso indiscriminado de estos insumos agrícolas ha generado la degradación de los suelos, erosionándolos, haciéndolos infértiles, esto reduce el rendimiento de los campos de cultivos y amenaza la seguridad alimentaria.

En la última década se ha intensificado la incorporación de materia orgánica en los campos, reduciendo en gran medida el uso de fertilizantes, mejorando la fertilidad de los suelos y el desarrollo fisiológico de las plantas.

En la actualidad el precio de los fertilizantes agrícolas ha aumentado hasta 5 veces su precio de lo que fue hace cinco años, causando un desequilibrio económico tanto en los productores como en la población general, generando un incremento en los productos de primera necesidad.

Es por ello que se ha buscado opciones para poder aprovechar aún mejor los nutrientes en el suelo, siendo el uso de los Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA), una manera más eficiente de potenciar la nutrición en las especies vegetales.

Los HMA, son hongos de interacción biológica simbiótica mutualista con las plantas, ya que las hojas proporcionan azúcares a las micorrizas, que por sí sola no las puede obtenerlas al ser incapaz de realizar fotosíntesis y a su vez, las micorrizas transportan nutrientes a las raíces de la planta. Esta interacción ha existido durante millones de años, y ha sido centro de investigación en diversos países del mundo, lográndose aislar y comercializar, mejorando considerablemente los rendimientos y reduciendo el uso de fertilizantes.

Sin embargo, en el Perú no se ha investigado con mayor profundidad la identificación taxonómica de los HMA, siendo este el propósito de la investigación al identificar por género los HMA en los distritos de Santa y Nepeña.

Todo esto por las consideraciones antes descritas, se formula la siguiente pregunta:

¿Qué géneros de Hongos Micorrícicos Arbusculares (HMA) habitan en los distritos de Santa y Nepeña?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Aislar e identificar hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar taxonómicamente a nivel de familia y género de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña.
- Cuantificar el número de esporas de hongos micorrízicos arbuscular (HMA) en el suelo en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña
- Identificar el género de hongos micorrízicos (HMA) con mayor adaptación en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña.

### **1.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Se formula la siguiente hipótesis:

Existe diversidad de géneros de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

Este trabajo de investigación es de gran importancia porque contribuirá con la investigación debido a que es un nuevo tema en la región, al mismo tiempo se dará a conocer qué Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) se encuentran en el distrito de Santa y Nepeña al identificar las familias y géneros. Por consiguiente, da pie a futuras investigaciones tales como la creación de un banco de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) endémicas y así poder desarrollar y potenciar la agricultura sostenible, generando información de importancia para profesionales y técnicos de la zona y/o interesados al tema.

## **1.6.LIMITACIONES DEL TRABAJO**

Las limitaciones en nuestro trabajo de investigación fueron las siguientes:

- A nivel de campo era difícil ingresar directamente a los campos de cultivos agrícolas debido a que no se encontraban los propietarios.
- En laboratorio no se contaba con los equipos necesarios para una correcta identificación.
- Un factor limitante fue encontrar antecedentes dentro de la región y el país.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1.MICORRIZA

Según Martin y Montero (2019) menciona que “las micorrizas son de origen griego *mykos*: hongo y *rhiza*: raíz que se define como hongo de la raíz”.

Por otro lado, el término micorrizas se denomina las asociaciones simbióticas y mutualistas, que ocurren entre las micorrizas encontrados en el suelo y la raíz vegetal. Su descubrimiento de las micorrizas fue en el año 1885 y actualmente los expertos estiman que hay más del 97% de especies de plantas que están micorrizadas. (Acosta, 2021)

Del mismo modo la Univeridad de Almeria (s.f) argumenta que no todas las plantas igualmente aceptan la relación biológica con las micorrizas, y existiendo familias que guardan tolerancia pudiendo crecer independientemente. Por otro lado, es imprescindible la relación con hongos para su éxito, como es el caso de las leguminosas o los cítricos.

### 2.2.TIPOS DE MICORRIZA

Martin y Montero (2019) argumenta que existen dos tipos de hongos micorrícicos de acuerdo a la relación que tiene entre las células de la raíz con las hifas de los hongos teniendo en cuenta el aspecto morfológico, con el pasar el tiempo se tuvo en cuenta el aspecto fisiológico.

Por otro lado, con Sánches (2015) menciona que existen 3 tipos de micorrizas ectomicorrizas, endomicorrizas y ectendomicorrizas, de estas siendo las más abundantes las endomicorrizas (micorrizas arbusculares) y cada una de ellas se caracterizan por realizar funciones específicas dentro de la asociación simbiótica con las plantas.

#### 2.2.1. Ectomicorriza

Perez-Moreno y Read (2004) detallan que las ectomicorrizas surgen entre las raíces de angiospermas, gimnospermas y hongos, principalmente basidiomicetos y ascomicetos. Uno de los componentes más importantes de esta simbiosis son las hifas externas, que es una de las estructuras biológicas más interesantes porque estructural y funcionalmente forma la interfaz entre los componentes edáfico y vegetal de los ecosistemas. La función principal del micelio externo es su importante papel en el reciclaje de nutrientes en el ecosistema.

Décadas de diversas investigaciones han confirmado esta función, principalmente mediante el estudio de compuestos minerales. Sin embargo, recientemente, se ha demostrado que, a través de una asociación simbiótica con el micelio de estos hongos, las plantas también son capaces de obtener nutrientes de fuentes orgánicas que incluyen plantas, animales y microorganismos. Del mismo modo, otra de las funciones mencionadas del micelio de los hongos, que ha cambiado la percepción actual sobre la composición de las plantas desde un punto de vista ecológico, es la capacidad de conectar las plantas en la naturaleza.

### **2.2.2. Endomicorriza**

Según Marschner (1995) menciona que las endomicorrizas son más comunes en la naturaleza que las ectomicorrizas. Aunque son cosmopolitas, son más abundantes en áreas tropicales donde el suelo es más seco, en pastizales y árboles deciduos, donde la rotación de materia orgánica es alta y la disponibilidad de fósforo es limitada.

De acuerdo con Agrios (2013), nos dice que las endomicorrizas son hongos cuyas hifas se desarrollan en las células corticales de la raíz que alimenta la planta, esto es debido ya sea al formarse haustorios denominados arbusculos, o al formarse hifas hinchadas llamadas vesículas. Por tal motivo se les denomina micorrizas vesículo arbusculares. Estas micorrizas están conformadas por una masa de micelos laxales formadas desde la superficie de la raíz, de lo cual se conforma de manera subterránea las hifas y grandes zigosporas de color perla o bien clamidosporas. Superficialmente, vistas desde fuera, las raíces con micorrizas son similares a las raíces no micorrizadas en su forma y color. Las endomicorrizas se encuentran en la mayoría de los cultivos y en algunos árboles forestales, principalmente por zigomicetos, especialmente el género *Glomus*, pero también por otros hongos como *Acaulospora*. De igual forma, algunos basidiomicetos producen este tipo de micorrizas.

Sánchez de Prager et al. (2007) describe que la endomicorriza se caracteriza por la colonización de las células corticales por un micosimbionte que vive entre y dentro de ellas de forma intercelular e intracelular; y también se caracteriza por la ausencia de manto en su formación, y por las modificaciones anatómicas y citológicas que indican su presencia a simple vista, como en las ectomicorrizas. Los micosimbiontes pertenecen a diferentes phylum, clases y géneros según el tipo de endomicorriza.

### **2.2.3. Ectendomicorriza**

Carrillo (2015) menciona que “estas micorrizas concurren las características de las ectomicorrizas y existen dos clases de esta, ericoide y la monotropeide.”

Por otro lado Franco (s.f) indica que las ectendomicorrizas se dan en un grupo pequeño de plantas importantes para la forestación en las regiones templadas (coníferas y cupulífera), estos tipos de micorrizas constituyen un grupo intermedio entre las ectomicorrizas y las endomicorrizas, debido a que desarrollan varias funciones similares a ambos grupos.

Del mismo modo Acosta, (2021) argumenta que este tipo de micorrizas “colonizan de forma dual en las raíces, internamente penetra intercelularmente en el córtex y externamente forma un manto cortical.”

## **2.3.MICORRIZA ARBUSCULAR (MA)**

Se define como micorrizas del phylum Glomeromycota, las micorrizas arbusculares se distinguen por una característica denominada arbusculos. Estos arbusculos se forman dentro de las células de la corteza de la raíz, cerca al cilindro vascular de la planta. Así mismo su función principal de las micorrizas arbusculares son la transferencia de nutrientes de planta y hongo. (De La Sota, 2023)

Por otro lado Sánchez (2015) menciona que los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) son organismos simbióticos con presencia en el suelo, así mismo esta simbiosis mutualista genera una buena productividad y una buena resistencia al estrés de la planta.

Por otro lado Ruiz et al., (2011) mencionan que los hongos micorrizicos arbusculares “son simbioses obligados, esto se debe ya que para completar su ciclo biológico tienen que estar asociados con las raíces de la planta que les provean carbono y otros factores necesarios para su desarrollo y esporulación.”

### **2.3.1. Distribución**

Ruiz et al., (2011) detallan que su distribución desde su origen durante el periodo devoniano consiste en que los hongos Micorrizicos arbusculares (HMA) fueron instrumentos de colonización por las plantas antiguas hace 353 – 462 millones de años, debido que existe una asociación planta-hongo, su distribución va en todas las raíces de Gimnospermas, Pteridofitas y Magnoliofitas, así

como también en la mayoría de ecosistemas naturales; bosques tropicales, desiertos, sabanas, praderas y también en los cultivos agrícolas (anuales, perennes, pasturas).

### **2.3.2. Morfología**

#### **a. Esporas**

Sánchez de Prager, et al., (2007) nos dicen que las esporas de HMA o fragmentos de hifas del suelo y/o raíces de plantas previamente colonizadas, las primeras germinan y las segundas se dividen para producir hifas que se dividen una y otra vez para formar series microscópicas de filamentos que forman el micelio y/o la fase vegetativa del hongo.

#### **b. Hifas**

Según Espinoza (2013) estas “son estructuras filamentosas que juntas forman el micelio, en muchas especies de HMA la hifa produce una espora, les da soporte a las esporas y en muchos casos actúa como vía para la germinación.”

De acuerdo con Sánchez de Prager et al., (2007), “las hifas intra y extrarradicales pueden formar septos en diferentes condiciones, como en lesiones y en espacios previos a la invasión durante la colonización.”

#### **c. Micelio**

Sánchez de Prager Prager, et al. (2007) afirma que el micelio interno se inicia cuando una hifa entra en contacto con la raíz, forma un apresorio, penetra la epidermis, da origen a nuevas hifas que crecen entre y al interior de las células corticales, se extienden en ellas y colonizan poco a poco hasta llegar a las células más internas de la corteza. Este micelio está formado por hifas cenocíticas (aseptadas) y multinucleadas, que colonizan las células corticales de las raíces de plantas emparentadas y forman el micelio interno, y se extienden hacia el suelo y forman el llamado micelio externo, o extrarradical. Todas estas estructuras vegetativas juegan un papel importante en la simbiosis. Las hifas intra y extrarradicales pueden formar septos en diferentes condiciones, como en lesiones y en espacios previos a la invasión durante la colonización.

#### **d. Vesículas**

“Son abultamientos que pueden distribuirse al interior y/o entre las células de la corteza de la raíz, se ha establecido que son órganos de almacenamiento de los HMA que las forman” (Salamanca y Augusto, 2004).

### e. Arbúsculos

Tal como señala Nogueira (2016), los arbúsculos es lo característico estructuralmente de las micorrizas, y pueden ser reconocidos de manera sencilla mediante métodos apropiados con ayuda de microscopio. Estos se forman dos días luego de que haya ocurrido la infección. Aquí es donde fluye el intercambio de nutrientes entre hongo y planta.

Teniendo en cuenta a Sánchez de Prager et al., (2007) nos detalla que en el tipo Arum, hifas intercelulares atraviesan la pared celular y colonizan el interior de células corticales, cuya membrana celular se invagina y rodea la estructura fungosa, que se ramifica en forma dicotómica muchas veces dando lugar a una estructura tridimensional arborescente, denominada arbúsculo.

En la figura X se muestra el ciclo de *Glomus intraradices*, en las etapas de espora quiescente, espora en germinación, formación de apresorios, formación de hifa intercelulares y arbúsculos, formación de arbúsculos y vesículas, desarrollo de hifa exploradoras, formación BAS, y formación BAS-espora.

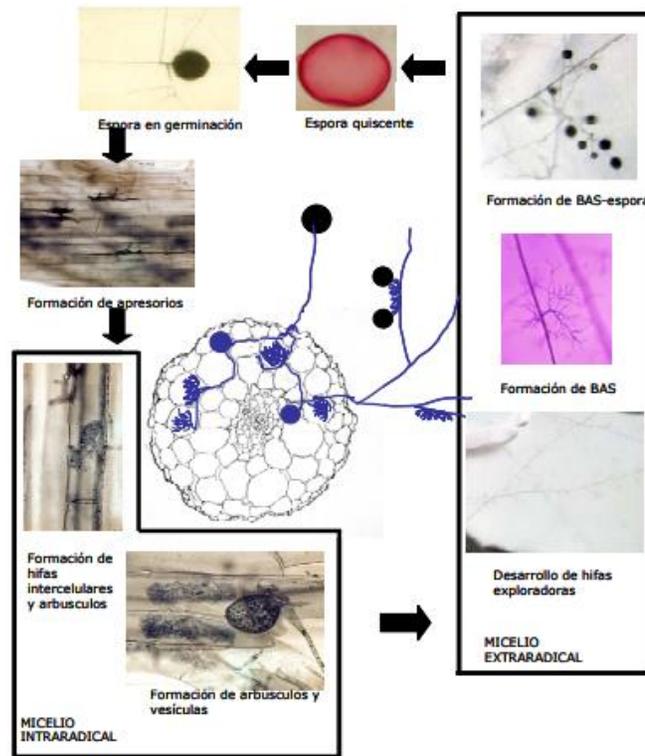


Figura 1: Ciclo de vida de *Glomus intraradices*

FUENTE: *Extraído de* (González, 2005)

### 2.3.3. Taxonomía

La taxonomía de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) se encuentra con cambios constantes, debido a estos cambios las tecnologías para su identificación se han incrementado. Esto menciona Herrera-Monroy et al., (2022) en su trabajo de investigación que “hay nuevos avances tecnológicos como herramientas moleculares (DNA)”.

Por otro lado, Oehl: et al., citado por Herrera (2018) menciona que los Glomeromicetos se organizan a través de una base secuencial ribosomal combinada y análisis morfológicos para dar una nueva clasificación de HMA, así mismo menciona que el *phylum* tiene tres clases, cinco ordenes, catorce familias y veintiséis géneros en su nueva clasificación taxonómica.

Tabla 1: Taxonomía de los hongos Micorrízicos (HMA)

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
Glomeromicetos	Glomerales	Glomeraceae	Glomus
			Funneliformis
			Simiglomus
		Claroideoglomeraceae	Claroideoglomus
	Diversiporales		Viscospora
		Diversisporaceae	Diversispora
			Redeckera
			Otopora
		Acaulosporaceae	Acaulospora
			Kuklospora
		Entrophosporaceae	Entrophospora
		Pacisporaceae	Pacispora
		Gigasporaceae	Gigaspora
		Scutellosporaceae	Scutellospora
Gigasporales		Orbispora	
	Racocetraceae	Racocetra	
		Cetraspora	
	Dentiscutataceae	Dentiscutata	
		Fuscutata	
		Quatunica	
Archaeosporomicetos	Archaeosporales	Archaeosporaceae	Archaeospora
			Intraspora
		Ambisporaceae	Ambispora
	Geosiphonaceae	Geosiphon	
Paraglomeromicetos	Paraglomerales	Paraglomeraceae	Paraglomus

FUENTE: Oehl: et al., (201a, 201b) citado por (Herrera, 2019)

#### 2.3.4. Etapas de la colonización del HMA:

Según Franco (2008) citado por Obre (2019) menciona que para que haya un proceso de colonización debe haber tres etapas fundamentales:

##### a. Primera etapa:

En esta etapa se produce diferenciación de la espóra, hay un reconocimiento planta y hongo en la rizosfera, y esto facilita el crecimiento del micelio a través de sustancia exudada de la raíz de la planta.

##### b. Segunda etapa:

En esta etapa hay acercamiento y acoplamiento del micelio y la raíz, todo esto produce un contacto intercelular.

##### c. Tercera etapa:

esta es la última etapa de la colonización, se producen cambios morfológicos y estructurales en los tejidos que están colonizados por el hongo, luego se produce la interacción fisiológica hongo-raíz y para finalizar producen una alteración de las actividades enzimáticas, a partir de acá los simbiontes integran sus procesos metabólicos.

#### 2.3.5. Principales géneros de los HMA

##### a. *Glomus*

“Este género se encuentra distribuido con más amplitud en las zonas tropicales.” (Valdiviezo, 2021). *Glomus* de etimología latina que significa (ovillo de lana), asimismo es una espóra globoide que se produce en la rizosfera, su desarrollo se produce a través de la expansión blástica de la punta de la hifa (INVAM, 2023).

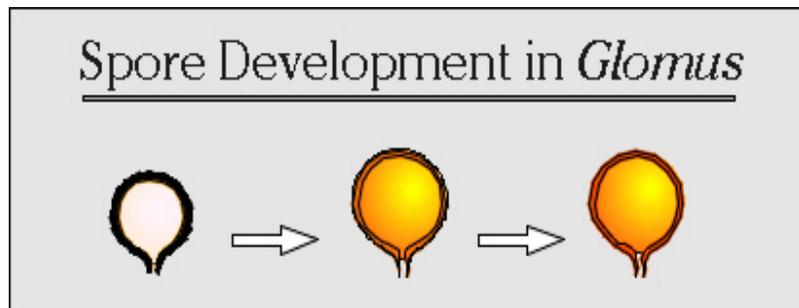


Figura 2: Desarrollo de espóra *Glomus*.

FUENTE: Extraído de (INVAM, 2023).

**b. Gigaspora**

“Llamada también espora gigante, este tipo de espora se desarrollan blásticamente a partir de la punta de una hifa, esta se hincha y se convierte en célula esporógena” (INVAM, 2023).

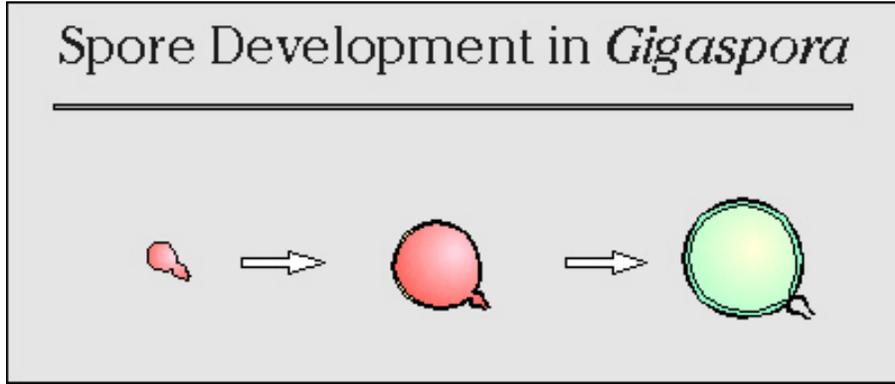


Figura 3: Desarrollo de esporas en Gigaspora.

FUENTE: Extraído de (INVAM, 2023).

**c. Acaulospora**

Valdiviezo (2021) menciona que este género produce un sáculo esporífero, lo cual se desarrolla en la punta de la hifa, luego que este sáculo haya expandido por completo las esporas del género Acaulospora comienza a desarrollarse lateralmente en el cuello del sáculo, al madurar la espora el sáculo y ya no se adhiera a las esporas maduras, asimismo, menciona que este genero se muestra como una forma globosa o subglobosa.

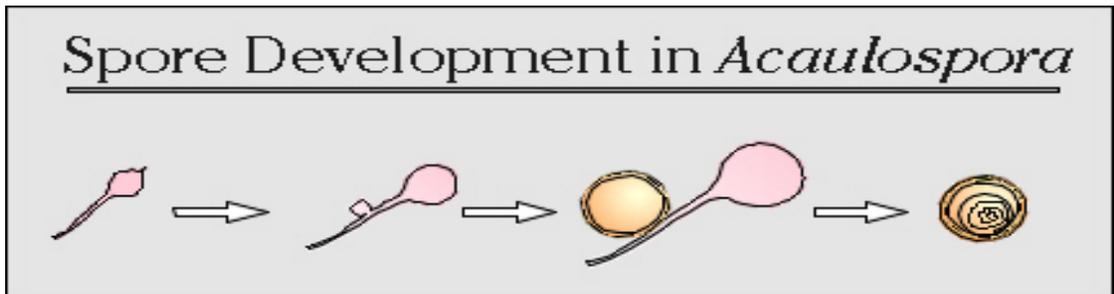


Figura 4: Desarrollo de esporas en Acaulospora.

FUENTE: Extraído de (INVAM, 2023).

#### d. Entrophospora

“Este tipo de espora según su etimología del griego significa “espora que se alimenta desde dentro”, nacen desde el interior del cuello de un sáculo esporífero” (INVAM, 2023).

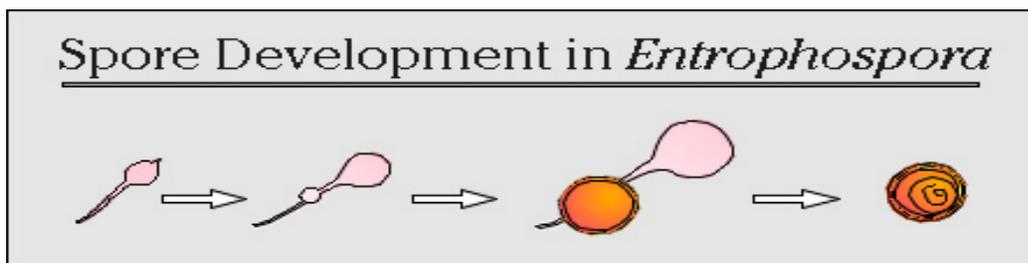


Figura 5: Desarrollo de esporas en Entrophospora.

FUENTE: Extraído de (INVAM, 2023).

#### 2.3.6. Beneficios de los HMA

Los hongos Micorrízicos arbusculares (HMA) constituyen un rol fundamental para el funcionamiento de las plantas (bosques), ya que da a las plantas una mayor capacidad para absorber agua del suelo y el fósforo, además ayuda a las plantas a darle una mayor estabilidad y producir glomalina para contribuir con el carbono en el suelo. (Ruiz et al., 2011)

Por otro lado Torres (2018) describe en su investigación que los hongos son miembros clave de la biota del suelo, algunos forman relaciones simbióticas con plantas, llamadas micorrizas, que se encuentran en el 90 por ciento de las plantas vasculares y cultivadas. En esta simbiosis, las plantas mejoran su capacidad de obtener agua y nutrientes, así como su tolerancia al estrés ambiental o patógenos.

##### a. En la resistencia de plagas y enfermedades

Los beneficios de los HMA es que pueden suprimir los patógenos fúngicos y plagas que causan en varios cultivos estas ayudan aumentando la lignificación de las paredes celulares de las raíces y competencia con los hongos por los nutrientes y espacio que se encuentran en el suelo por lo tanto reducen su crecimiento del patógeno (Delgado y Guitierrez, 2022).

Otro beneficio es que al absorber los nutrientes y agua con gran facilidad mejora la resistencia de la planta contra las infecciones de algunos patógenos (Orrico et al., 2013)

Además, las hifas de los HMA sirven como una compensación estructural funcional en las raíces enfermas de las plantas y así se reduce la severidad de la enfermedad también genera una barrera protectora ya que ayuda a establecer a otros microorganismos antagónicos que son promotoras de crecimiento vegetal. (Reyes et al., 2016). Asimismo, las plantas se alertan en el momento que vana colonizar la raíz y activas sus rutas metabólicas que están involucradas las fitohormonas como el ácido jasmonico y etileno que generan sustancias toxicas contra los fitopatógenos.

#### **b. Absorción de nutrientes:**

Ferrera y Alarcón (2014) explican que La absorción de nutrientes está influenciada por la presencia de micelio extrarradical y la cantidad de pelos absorbentes, que en conjunto actúan como una extensión que aumenta la absorción de nutrientes y agua. Los nutrientes más importantes son P, Zn, Cu y Mo, que son elementos de movilidad lenta.

Además, Lucas Santoyo (2011) añade que las raíces que son colonizadas translocan fósforo en mayor cantidad que las raíces no colonizadas, hasta 5 veces más, cuando son expuestas a bajas concentraciones de este nutriente.

#### **c. Incremento en la tasa fotosintética**

La mayor tasa fotosintética de las plantas micorrizadas en comparación con otros controles generalmente está respaldada por una mejora en la nutrición de P, que está directamente relacionada con la regulación de la fotosíntesis, la utilización y posterior almacenamiento de fotosintatos y los efectos relacionados sobre la asimilación de otros nutrimentos.

#### **d. Efectos hormonales en plantas micorrizadas**

De acuerdo con Sánchez de Prager et al. (2007), la acumulación de hormonas producida en la planta por los HMA se manifiesta por los cambios en los niveles de citoquininas, ácido abscísico y giberelina. Estos cambios son ocasionados como efecto indirecto de mejor nutrición y/o por síntesis directa de fitohormonas por los simbiontes.

#### **e. Absorción de agua**

Asimismo Sánchez de Prager et al. (2007) afirma que en condiciones limitantes de humedad y concentración de P, las plantas micorrizadas son más tolerantes al estrés de agua, se recuperan más rápido del marchitamiento y hacen uso más eficiente del agua absorbida.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

##### 3.1.1. Etapa de campo.

En la etapa de campo comprendió recolectar muestras de suelo en los ecosistemas de los distritos de Santa y Nepeña, departamento de Ancash, Perú, de las cuáles de cada distrito se recolectó 7 muestras como se describe en la Tabla 2 del distrito de santa y la Tabla 3 del distrito de Nepeña.

Tabla 2: Zonas de muestreo del distrito del Santa.

<b>Departamento</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Zona de muestreo</b>	<b>Planta muestreada</b>
Áncash	Santa	Santa	La Huaca II Etapa	Pacae
			La Huaca III Etapa	Álamo
			Río Seco	Eucalipto
			Fundo Santa Rosa	Sorgo
			Casa Colorada	Higo
			Río Seco	Plátano
			Fundo Santa Rosa	Plátano

Tabla 3: Zonas de muestreo del distrito de Nepeña.

<b>Departamento</b>	<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Zona de muestreo</b>	<b>Planta muestreada</b>
Áncash	Santa	Nepeña	Capellanía	Casuarina
			Entada de Nepeña	Ficus
			Salida de la Grama	Ciruela
			Cerro Blanco	Pájaro Bobo
			La Grama	Pino
			San José	Mango
			La Grama	Caña de Azúcar



Figura 6: Mapa de muestreo en el ecosistema del distrito de Santa.

FUENTE:

Extraído de (Google, s.f.)



Figura 7: Mapa de muestreo en el ecosistema del distrito de Nepeña.

FUENTE: Extraído de (Google, s.f.)

### 3.1.2. Ubicación de laboratorio.

El presente trabajo de investigación en la etapa de laboratorio se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional del Santa, Laboratorio de Fitopatología Agrícola ubicado en el distrito de Nepeña, provincia del Santa, departamento de Ancash.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

### 3.2.1. Población.

Respecto a la población estuvo compuesta por todos los hongos micorrizas arbusculares (HMA) que se encuentran asociados a los ecosistemas del distrito s de Santa y Nepeña.

### 3.2.2. Muestra.

Se muestrearon 7 plantas en el distrito del santa y 7 en el distrito de Nepeña, los cuales los puntos muestreados fueron georreferenciados. Los puntos escogidos para muestrear, fueron los siguientes.

Tabla 4: Zonas de muestreo en los distritos de Santa y Nepeña.

<b>Distrito</b>	<b>Zona de muestreo</b>
Santa	La Huaca II Etapa
	La Huaca III Etapa
	Río Seco
	Fundo Santa Rosa
	Casa Colorada
	Río Seco
	Fundo Santa Rosa
Nepeña	Capellanía
	Entada de Nepeña
	Salida de la Grama
	Cerro Blanco
	La Grama
	San José
La Grama	

### 3.3. ETAPA CAMPO.

Se eligieron las zonas representativas de Santa y Nepeña, posteriormente para realizar el muestreo de la rizosfera se ubicó al azar árboles con las siguientes características:

- Árboles viejos.
- Con poca disponibilidad de agua.
- Con buen desarrollo.



Figura 8: Árboles viejos con poca disponibilidad de agua y con buen desarrollo.

#### 3.3.1. Muestreo de suelo

Para esta etapa se siguió los siguientes pasos.

- En primer lugar, se ubicó al azar un árbol con las características ya mencionadas.



Figura 9: Árbol escogido al azar para el muestreo de su rizósfera.

- Luego con la ayuda de la pala se tomaron 5 submuestras de la rizosfera alrededor del árbol, estas deben ser tomadas a la altura de la copa del árbol, con 20 cm de profundidad, donde se encuentran las raíces secundarias. La submuestra contenía suelo y pequeñas raíces.



Figura 10: Extracción de las submuestras de la rizosfera en el distrito de Nepeña.



Figura 11: Extracción de submuestras de rizosfera en el distrito de Santa.

- Seguidamente, se revolviaron las 5 submuestras y se almacenó 100 gr de dicha mezcla en una bolsa hermética debidamente rotulada. A esta mezcla se le llama “muestra”.



Figura 12: Muestra rotulada.

- Se recogió 7 muestras por cada distrito, estas fueron almacenadas en un cooler para mantenerlos en una temperatura estable (10°C).



Figura 13: Cooler con muestras listas para ser analizadas.

- Por último, las muestras se llevaron a laboratorio para su posterior análisis.

### 3.4.ETAPA DE LABORATORIO

En esta etapa se analizaron todas las muestras recogidas en los distritos Nepeña y Santa. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Biotecnología de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma. Cabe resaltar que el procedimiento se repitió por cada muestra que se tomó en los distritos de Nepeña y Santa.

#### 3.4.1. Aislamiento de esporas

Aquí las muestras pasaron por las siguientes actividades para poder ser aisladas.

- Se tomó una muestra y se disolvió 50 gr de esta en 1 litro de agua destilada.
- Luego se agitó manualmente por 15 minutos.

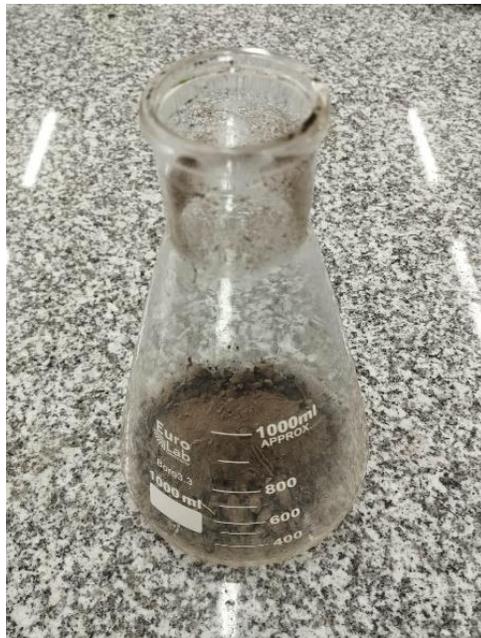


Figura 14: Matraz conteniendo 50 gr de muestra.

- Posteriormente, luego de agitar, la solución se tamizó por los 3 tamices al mismo tiempo (tamiz #50,100 y 200), logrando retener en el tamiz más fino, la mayor cantidad de esporas de micorrizas.



Figura 15: Proceso de tamizado de las muestras.

- Acto seguido, los restos que quedaron en el tamiz más fino se almacenaron en tubos falcon con la ayuda de una piseta.
- Estos tubos fueron llevados hacia la centrífuga por 3 minutos a 3500 rpm.



Figura 16: Centrífuga programada a 3500 rpm por 3 minutos.

- Luego de ser centrifugadas, se retiró únicamente el excedente de agua y se le compensó con sacarosa al 75%, para posteriormente pasar a ser centrifugadas a una programación de 3500 rpm por 3 minutos.



Figura 17: Inyectado de sacarosa al 75% en tubos falcon.

- Luego de haber pasado el centrifugado, se retiró cuidadosamente el sobrenadante (sacarosa) de los tubos falcon, sin retirar lo precipitado, y se pasó por el tamiz #200.



Figura 18: Tamizado de sacarosa con micorrizas captadas

- Para retirar el excedente de sacarosa y quedarnos únicamente con las micorrizas, se enjuagó con agua destilada.



Figura 19: Enjuague con agua destilada para retirar excedente de sacarosa.

- Por último, lo captado en el tamiz, se deposita en una placa Petri para su posterior identificación.

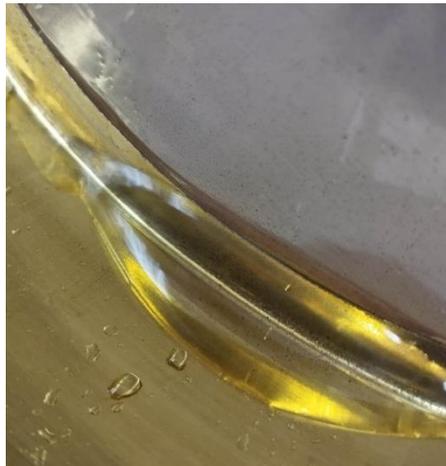


Figura 20: Micorrizas captadas en el tamiz.



Figura 21: Traslado de micorrizas captadas en tamiz hacia una placa petri.

### 3.4.2. Identificación de géneros HMA

- En esta etapa, la placa Petri, se llevó al estereoscopio para reconocer a las micorrizas aisladas.



Figura 22: Reconocimiento de micorrizas en estereoscopio.

-

- Con ayuda de una micropipeta, se extrajeron todas las micorrizas existentes en la placa Petri, después se depositaron en láminas porta objetos.



Figura 23: Extracción de micorrizas con ayuda de micropipeta.

- Por último, las láminas porta objetos se llevaron al microscopio para su identificación.



Figura 24: Reconocimiento de HMA con ayuda de microscopio.



Figura 25: Reconocimiento morfológico de micorrizas encontradas para su identificación.

- Las micorrizas encontradas en las láminas portaobjetos, fueron captadas fotográficamente, para su identificación de género a nivel morfológico.



Figura 26: Espora de *Glomus spp.* captada en microscopio.

### 3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS

Los datos obtenidos de la identificación de hongos micorrízicos arbusculares en los distritos de Santa y Nepeña, fueron sistematizados y ordenados en el software Microsoft Excel. Los resultados se expresaron en tablas y figuras, según el análisis y discusión de la investigación.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. PRESENCIA DE ESPORAS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LOS DISTRITOS DE SANTA Y NEPEÑA.

Se procedió a procesar los datos obtenidos luego de cuantificar e identificar las esporas encontradas en los distritos de Nepeña y Santa, siendo plasmado en la tabla 4. Dichos resultados se obtuvieron por cada 50 gr de muestra.

Tabla 5: Número de esporas encontradas en los distritos de Nepeña y Santa.

<b>Distrito</b>	<b>Zona de muestreo</b>	<b>Planta muestreada</b>	<b>N° esporas</b>
Santa	La Huaca II Etapa	Pacae	10
	La Huaca III Etapa	Álamo	3
	Río Seco	Eucalipto	30
	Fundo Santa Rosa	Sorgo	1
	Casa Colorada	Higo	3
	Río Seco	Plátano	3
	Fundo Santa Rosa	Plátano	9
Nepeña	Capellanía	Casuarina	3
	Entada de Nepeña	Ficus	6
	Salida de la Grama	Ciruela	11
	Cerro Blanco	Pájaro Bobo	1
	La Grama	Pino	6
	San José	Mango	4
	La Grama	Caña de Azúcar	6
TOTAL			96

De acuerdo con la tabla 5 se aprecia que el número de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en ambos distritos fue de 96, siendo el distrito de Santa donde se encontró una mayor cantidad de esporas, llegando a una suma de 59 esporas, representando un 61.46% del total. Por otro lado, en el distrito de Nepeña se encontró un total de 37 esporas, representando un 38.54% del total.

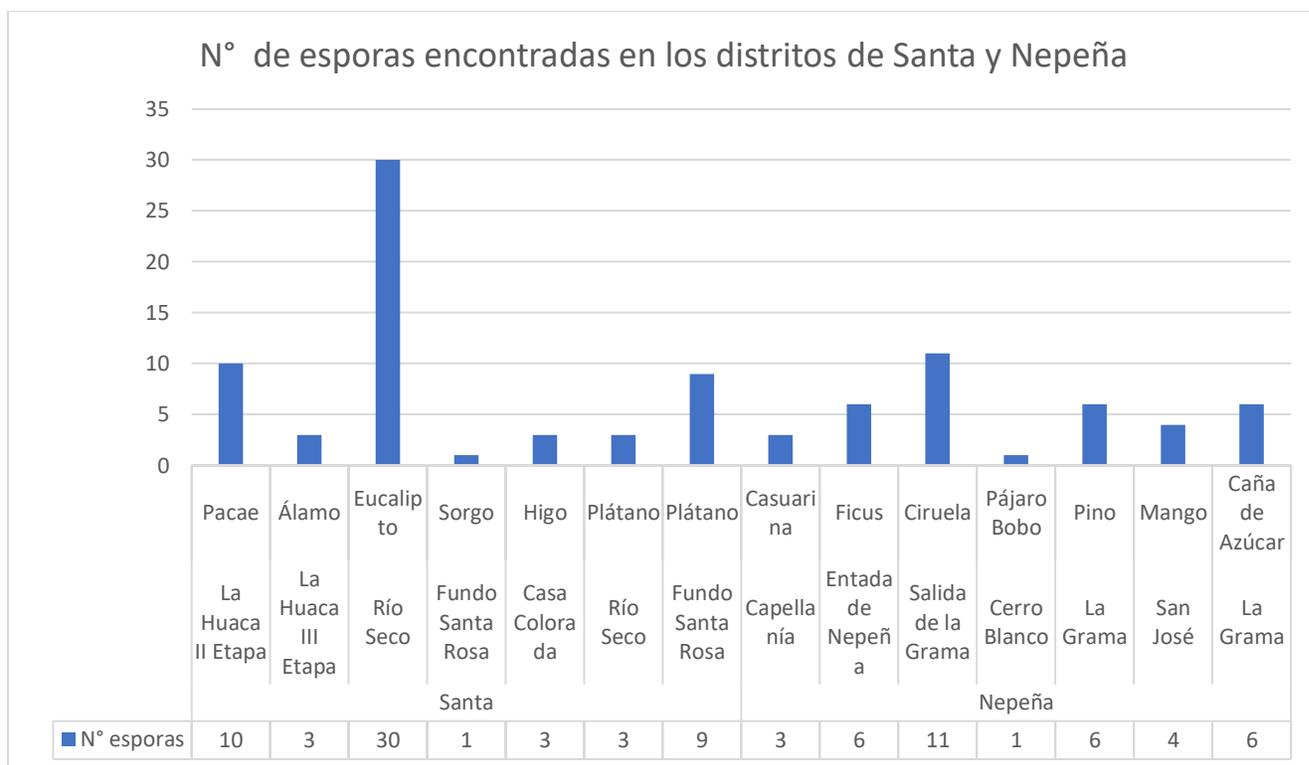


Figura 27: Comparación de presencia de esporas encontradas en los distritos de Santa y Nepeña.

Según la figura 27, se puede visualizar que, en el distrito de Santa, donde se encontró mayor cantidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (30 esporas en 50 gr de muestra) fue en Río Seco, por el contrario, el lugar donde se encontró menos esporas de hongos micorrízicos arbusculares fue en el Fundo Santa Rosa, en la rizosfera del sorgo, donde solo se encontró 1 espora en 50 gr de muestra de suelo.

Asimismo, en la misma figura se visualiza que en el distrito de Nepeña la mayor cantidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares fue en salida la grama, planta de ciberuela con un total de 11 esporas en 50 gr de muestra de suelo, el lugar donde se encontró menor cantidad de esporas fue en cerro Blanco, planta pájaro bobo, con un total de 1 espora en 50 gr de muestra de suelo.

#### 4.2. ESPORAS IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE SANTA

En el distrito de Santa se encontraron 3 géneros de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), estos son: *Glomus*, *Gigaspora* y *Acaulospora*, en donde será detallado en la siguiente tabla.

Tabla 6: Clasificación por género de esporas identificadas en el distrito de Santa.

Distrito	Zona de muestreo	Planta muestreada	Géneros de Hongos Micorrízicos Arbusculares			Total
			<i>Glomus</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Acaulospora</i>	
Santa	La Huaca II Etapa	Pacae	10	0	0	10
	La Huaca III Etapa	Álamo	2	0	1	3
	Río Seco	Eucalipto	23	3	4	30
	Fundo Santa Rosa	Sorgo	1	0	0	1
	Casa Colorada	Higo	1	1	1	3
	Río Seco	Plátano	2	0	1	3
	Fundo Santa Rosa	Plátano	8	0	1	9
<b>Total de HMA Santa</b>			<b>47</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>59</b>

Como es apreciable, en la tabla 6, detalla que, de las 59 esporas identificadas en el distrito de Santa, 47 esporas pertenecen al género *Glomus*, siendo el género con mayor adaptabilidad en el ecosistema de Santa, representando un 79.66% del total. En segundo lugar, se encontraron 8 esporas del género *Acaulospora*, representando un 13.56% de esporas encontradas en las muestras del distrito de Santa. Por último, el género con menor cantidad de esporas halladas en dicho distrito, fue el género *Gigaspora*, el cual solo se halló 4 espore, representando un 6.78% del total.

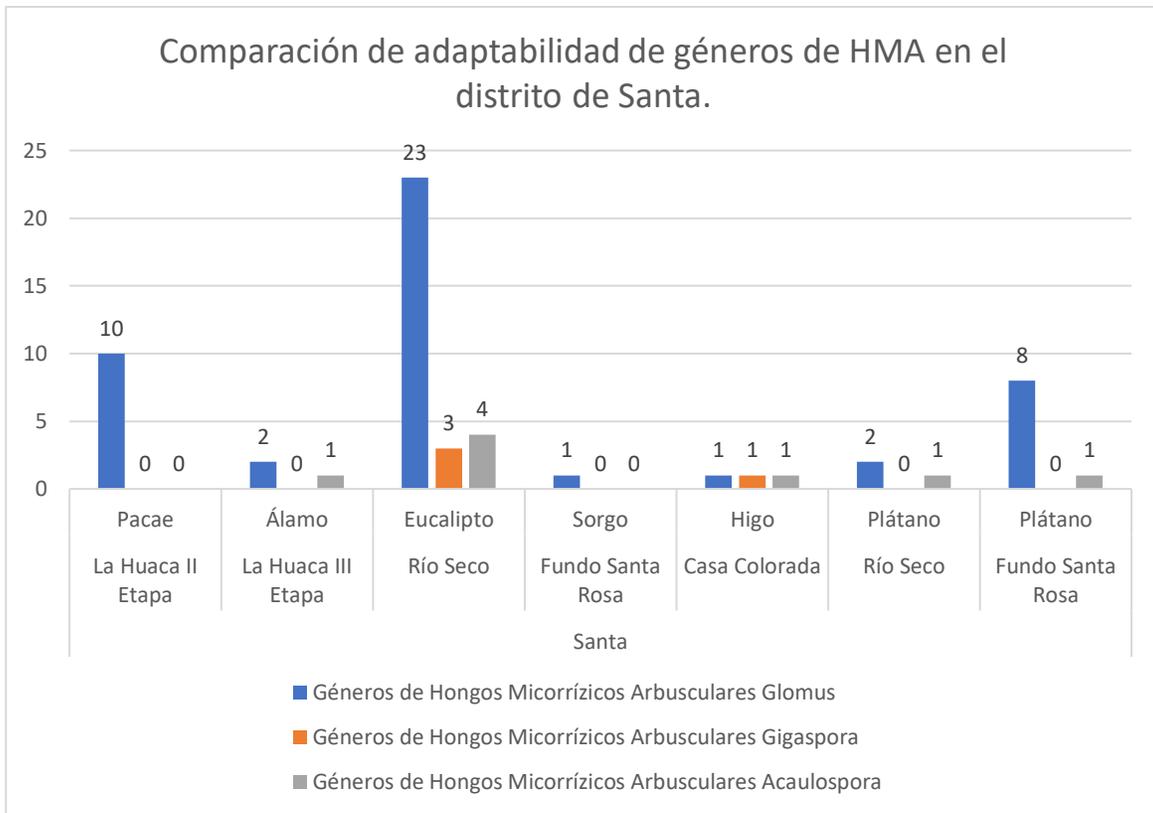


Figura 28: Comparación de adaptabilidad de géneros de HMA, respecto a las especies vegetales muestreadas en el distrito de Santa.

De la figura 28 se puede rescatar que la especie vegetal que albergó más hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su rizósfera, fue el eucalipto, que fue muestreado en la zona de Río Seco, con 30 esporas/50gr de suelo, donde:

- 23 esporas pertenecieron al género *Glomus*, que representó un 76.67% del total de esporas encontradas en la muestra.
- 4 esporas pertenecieron al género *Acaulospora*, que representó un 13.33% del total de esporas encontradas en la muestra.
- 3 esporas pertenecieron al género *Gigaspora*, que representó un 10.00% del total de esporas encontradas en la muestra.

De la tabla 6, también se puede rescatar que la especie vegetal que albergó menos hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su rizósfera, fue el sorgo, que fue muestreado en la zona del Fundo Santa Rosa, con 1 esporas/50gr de suelo, donde esta perteneció al género *Glomus*.

### 4.3. ESPORAS IDENTIFICADAS EN EL DISTRITO DE NEPEÑA

En el distrito de Nepeña se encontraron 4 géneros de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), estos son: *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora* y *Claroideoglomus*, en donde será detallado en la siguiente tabla.

Tabla 7: Clasificación por género de esporas identificadas en el distrito de Nepeña.

Distrito	Zona de muestreo	Planta muestreada	Géneros de Hongos Micorrizicos Arbusculares				Total
			<i>Glomus</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Acaulospora</i>	<i>Claroideoglomus</i>	
	Capellanía	Casuarina	2	0	1	0	3
	Entada de Nepeña	Ficus	2	1	3	0	6
	Salida de la Grama	Ciruelo	11	0	0	0	11
Nepeña	Cerro Blanco	Pájaro Bobo	1	0	0	0	1
	La Grama	Pino	5	0	0	1	6
	San José	Mango	3	0	1	0	4
	La Grama	Caña de Azúcar	5	0	1	0	6
<b>Total de HMA Nepeña</b>			<b>29</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>37</b>

Como es apreciable, en la tabla 7, detalla que, de las 37 esporas identificadas en el distrito de Nepeña, 29 esporas pertenecen al género *Glomus*, siendo el género con mayor adaptabilidad en el ecosistema de Santa, representando un 61.7% del total. En segundo lugar, se encontraron 6 esporas del género *Acaulospora*, representando un 16.20% de esporas encontradas en las muestras del distrito de Nepeña. Por último, el género con menor cantidad de esporas halladas en dicho distrito, fue el género *Gigaspora* y el *Claroideoglomus*, el cual solo se halló 1 espora, representando un 2.70% del total.

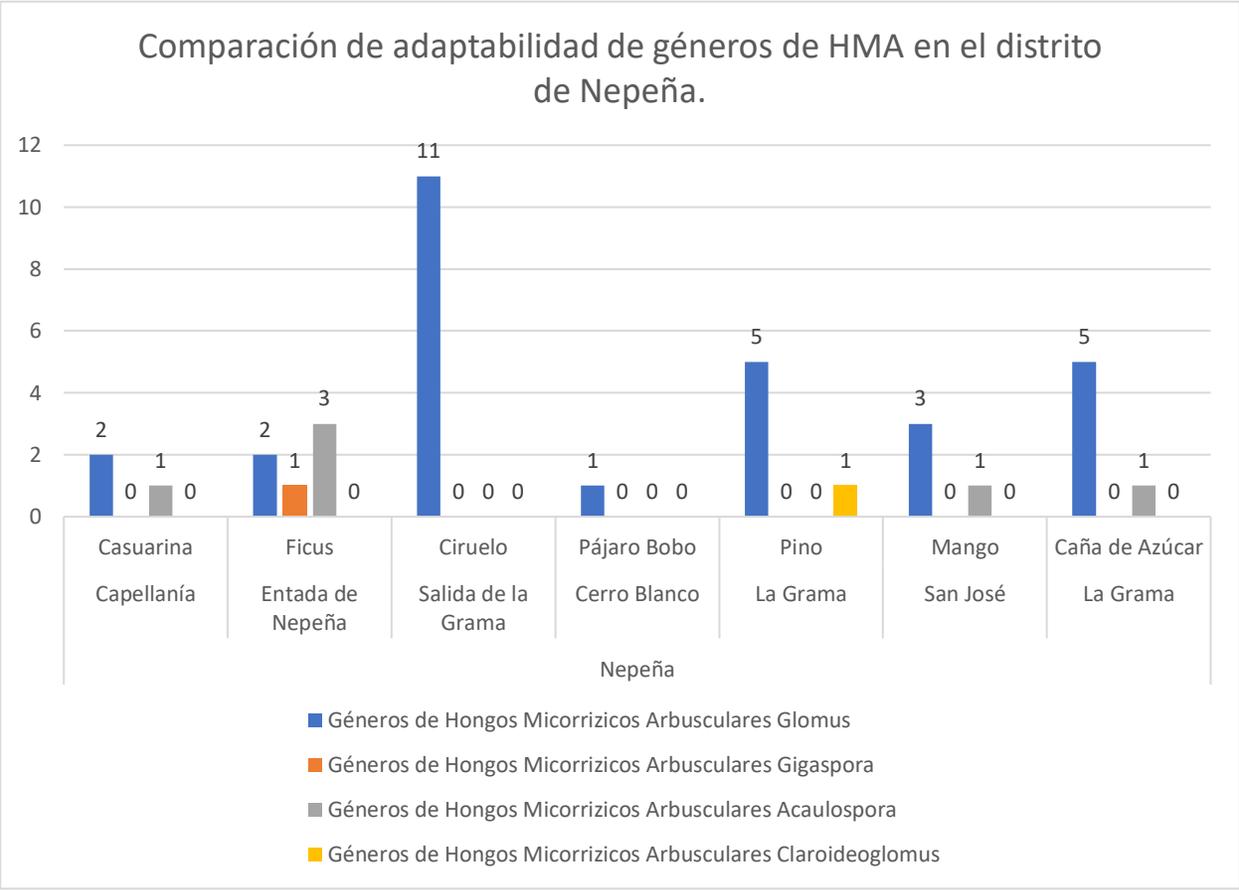


Figura 29: Comparación de adaptabilidad de géneros de HMA, respecto a las especies vegetales muestreadas en el distrito de Nepeña.

De la figura 29 se puede rescatar que la especie vegetal que albergó más hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su rizósfera, fue el ciruelo, que fue muestreado en la zona de la salida de la Grama, con 11 esporas/50gr de suelo, donde:

- 11 esporas pertenecieron al género *Glomus*, que representó un 100% del total de esporas encontradas en la muestra.

De igual manera en la especie vegetal que albergó la mayor variedad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su rizósfera, fue el Ficus que fue muestreado en la zona de la entrada de Nepeña, con 6 esporas/50gr de suelo, donde:

- 2 esporas pertenecieron al género *Glomus*, que representó un 33.33% del total de esporas encontradas en la muestra.

- 1 espora perteneció al género *Gigaspora*, que representó un 16.67% del total de esporas encontradas en la muestra.
- 3 esporas pertenecieron al género *Acaulospora*, que representó un 50.00 % del total de esporas encontradas en la muestra.

De la figura 29, también se puede rescatar que la especie vegetal que albergó menos hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en su rizósfera, fue, el pájaro bobo, que fue muestreado en la zona de Cerro Blanco, con 1 esporas/50gr de suelo, donde esta perteneció al género *Glomus*.

Por otro lado, en la especie vegetal Pino, muestreado en la zona La Grama, fue donde se pudo identificar la única espora del género *Claroideoglomus*.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se identificó taxonómicamente a nivel de género los hongos micorrízicos arbusculares en los distritos Nepeña y Santa, identificando cuatro tipos de géneros de hongos micorrízicos arbusculares siendo predominante el género *Glomus* en ambos distritos (Nepeña:29 y Santa: 47), seguidamente del género *Acaulospora* (Nepeña:6 y Santa:8), continuando con el género *Gigaspora* (Nepeña:1 y Santa:4 y para finalizar el género *Claroideoglossum* solo se encontró en el distrito de Nepeña.
- Se cuantificó el número de esporas de hongos micorrizas arbusculares (HMA) en los distritos de Santa y Nepeña, en el distrito de Santa se identificaron 59 esporas, el mayor número de esporas cuantificadas fue en Rio seco en una planta de eucalipto (30 esporas en 50 gr suelo) y el menor número esporas cuantificadas fue en el fundo Santa Rosa en una plata de Sorgo (1 espora en 50gr suelo). Por otro lado, en el distrito de Nepeña se identificaron 37 esporas, lo cual el mayor número de esporas cuantificadas fue en la salida la Grama en una plata de ciruela (11 esporas en 50gr suelo) y el menor número de esporas cuantificados fue en la zona de Cerro blanco en una plata de pájaro bobo (1 espora en 50 gr suelo).
- El género de hongos micorrízicos arbusculares que predomina es el *Glomus*, por ende, se puede concluir que es el género con mayor adaptación en ambos distritos.

## **5.2.RECOMENDACIONES**

- Los trabajos de investigación relacionados a los HMA, en los distritos de Santa y Nepeña son muy escasos, por tal motivo recomendamos seguir investigando sobre el tema, ya que beneficiaría a mucho a la agricultura de la región.
- Promover el estudio a nivel de especies de HMA endémicos de la región, de esta manera se podrían propagar masivamente, logrando potenciar la agricultura orgánica.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, B. (2021). *Micorrizas: qué son y tipos*. Obtenido de Ecología verde: [https://www.ecologiaverde.com/micorrizas-que-son-y-tipos-2498.html#anchor\\_0](https://www.ecologiaverde.com/micorrizas-que-son-y-tipos-2498.html#anchor_0)
- Agrios, G. N. (2013). *Fitopatología*. Mexico: Limusa.
- Carrillo, L. (2015). *MICORRIZAS PARA PRINCIPIANTES*. Obtenido de [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2015/2015-11-19-Carrillo-Sanchez-Micorrizas-para-principiantes.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-11-19-Carrillo-Sanchez-Micorrizas-para-principiantes.pdf)
- Cuenca , G., Cáceres , A., Oirdobro, G., Hasmy , Z., & Urdaneta, C. (2007). *Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en areas tropicales*. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007000100006](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000100006)
- De La Sota, A. (2023). *IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS AL SACHA INCHI (Plukenetia volubilis L.) EN LA REGIÓN SAN MARTÍN*". Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5629/de-la-sota-ricaldi-ana-maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, A. (2013). *Caracterización morfológica de esporas de micorrizas del Genero Glomus sp. A nivel de invernadero y de campo en el cultivo de soya Glycine max L*. Colombia: Universidad de Guayaquil.
- Ferrera Cerrato, R., & Alarcón , A. (2014). *MICROBIOLOGÍA AGRÍCOLA*. México: Trillas.
- Franco, J. (s.f.). *EFECTOS BENEFICIOSOS DE LAS MICORRIZAS SOBRE LAS PLANTAS*. Obtenido de [https://www.ciaorganico.net/documypublic/200\\_infoagronomo.net\\_Micorrizas-beneficios.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/200_infoagronomo.net_Micorrizas-beneficios.pdf)
- Gonzáles, M. (2005). *Estudio de los mecanismos implicados en la homeostasis de metales pesados en el hongo formador de micorrizas arbusculares Glomus intraradices*. Obtenido de <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/626/15432440.pdf;sequence=1>
- Google. (s.f.). Mapa de los puntos escogidos para muestrear en el disreito de Santa.
- Herrera Catillo, I. (2018). *"OCURRENCIA DE HONGOS DE MICORRIZA ARBUSCULAR EN CAOBA (Swietenia macrophylla), UCAYALI - 2018*. Obtenido de

- <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3458/49609.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, I. (2019). “*OCURRENCIA DE HONGOS DE MICORRIZA ARBUSCULAR EN CAOBA (Swietenia macrophylla), UCAYALI – 2018*”. Obtenido de <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3458/49609.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera-Monroy, S., Herrera-Monroy, M., & Rivera-Ramirez, J. (2022). *Revisión sistemática en torno a los hongos micorrízicos arbusculares y su importancia ecológica*. doi:10.5154/r.rchsagt.2022.03.07
- INVAM. (2023). *La colección internacional de hongos micorrízicos arbusculares (vesiculares)*. Obtenido de <https://invam.ku.edu/glomeraceae-glomus>
- Lucas Santoyo, L. G. (2011). FERTILIZACIÓN FOSFATADA EN CHILE GUAJILLO (*Capsicum annum* L.) Y SU INTERACCIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES. (*Tesis de maestría*). Colegio de postgraduados, Montecillo.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Londres: Academic Press.
- Martin, K., & Montero, D. (2019). *PRESENCIA DE HONGOS MICORRÍZICO ARBUSCULARES EN TRES ÁREAS DE INTERVENCIÓN ANTRÓPICA EN LA VEREDA ALBANIA DEL MUNICIPIO TIBACUY-CUNDINAMARCA*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/22285/MonteroOrdo%F1ezDannaAstridKaterin2019.pdf;jsessionid=8EA6E08BBD0CA20738D168B92AA8910C?sequence=1>
- Meza, F., Díaz , E., Escobar, H., Cachipueno, J., Belezaca, C., Meza, G., . . . Cabrera , R. (2017). *Identificación de Hongos Micorrízicos en Plantaciones de Melina (Gmelina arborea Roxb) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano*. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i4.13883>
- Noguiera, E. (2016). *Microbiología del suelo. 2da Ed.* Peracicaba.
- Obre, G. (2019). “*EFECTO BIOPROTECTOR DE DIFERENTES ESPECIES DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES SOBRE NEMATODOS DEL NODULO Meloidogyne incognita EN PLANTULAS DE SACHA INCHI Plukenetia volubilis L.*”. Obtenido de [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6132/Gaby\\_Tesis\\_Titulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6132/Gaby_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Perez-Moreno, J., & Read, D. (2004). *Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza*. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442004000500004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000500004)
- Raya, Y., Apaéz, P., Aguirre, S., Vargas, M., Paz, R., & Lara, B. (2019). *Identificación de hongos micorrizógenos arbusculares en huertos*. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i23.2026>
- Ruiz, P., Rojas, K., & Sieverding, E. (2011). *La distribución geográfica de los hongos de micorriza arbuscular: una prioridad de investigación en la Amazonía peruana 2011*. Obtenido de [file:///C:/Users/SAGA/Downloads/3479-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13199-1-10-20121129%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/SAGA/Downloads/3479-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13199-1-10-20121129%20(2).pdf)
- Salamanca, C., & Augusto, C. (2004). *La micorriza arbuscular características, producción y aplicaciones*. La Libertad: Corpoica.
- Sánchez, A. (2015). *VARIACIÓN DE LA POBLACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN UN SUELO AGRÍCOLA POR EFECTO DE LA APLICACIÓN DE VINAZAS DE LA INDUSTRIA DEL TEQUILA*. Obtenido de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/87/1/Ana%20Lorena%20S%C3%A1nchez%20Lizarraga.pdf>
- Sánchez de Prager, M., Gómez Lopez, E. D., Muñoz Florez, J. E., Barrios, E., Prager Mosquera, M., Bravo Otero, N., . . . Vargas, N. (2007). *LAS ENDOMICORRIZAS: EXPRESIÓN BIOEDÁFICA DE IMPORTANCIA EN EL TROPICO*. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Sandoval, K., & Garcia, N. (2019). *“OBTENCIÓN DE INOCULANTES PUROS DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES MONOSPÓRICO Y CONSORCIO EN CULTIVO DE Brachiaria decumbens COMO OPCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL DEPARTAMENTO DE UCAYALI”*. Obtenido de [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4436/000004437T\\_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4436/000004437T_AMBIENTAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Torres Chávez, R. M. (2018). *Hongos micorrízicos asociados a Solanum hindsianum. (Tesis de maestría)*. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Ensenada, Baja California, México.

Univeridad de Almeria. (s.f). *Micorrizas*. Obtenido de Myco-UAL:  
<https://w3.ual.es/GruposInv/myco-ual/micorr.htm>

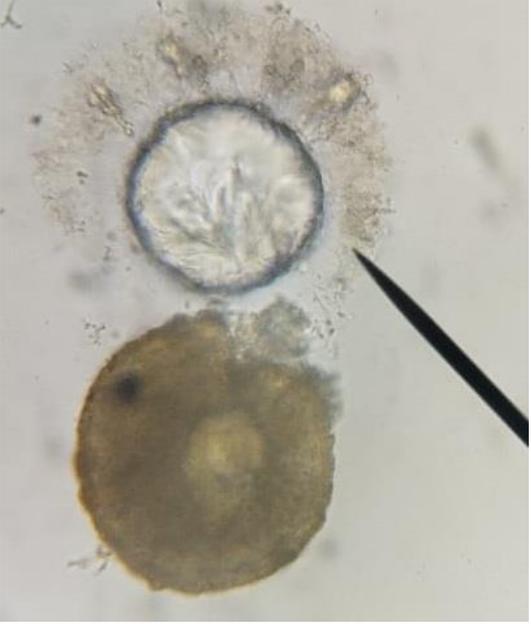
Valdiviezo, L. (2021). *Compatibilidad funcional entre especies de leguminosas de cobertura y hongos micorrízicos arbusculares, bajo condiciones de invernadero en la región San Martín*. Obtenido de  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4522/1/TESIS%20LUZ%20VALDIVIEZO.pdf>

Vargas, V., Sanchez, N., Hernández, L., & Guevara, G. (2021). *Riqueza de hongos micorrízicos en Tamaulipas*. Obtenido de  
<https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/1527/837>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Cartilla de evaluación N° 1

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Entrada de Nepeña
<b>Cultivo:</b>	<i>Ficus benjamina</i>
<b>Coordenada:</b>	-9.1763770, -78.3554960
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo oscuro
<b>Estructura superficial:</b>	No se diferencia
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

### Anexo 2: Cartilla de evaluación N° 2

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Cerro Blanco
<b>Cultivo:</b>	<i>Malacoptila panamensis</i>
<b>Coordenada:</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Marron
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 3: Cartilla de evaluación N° 3

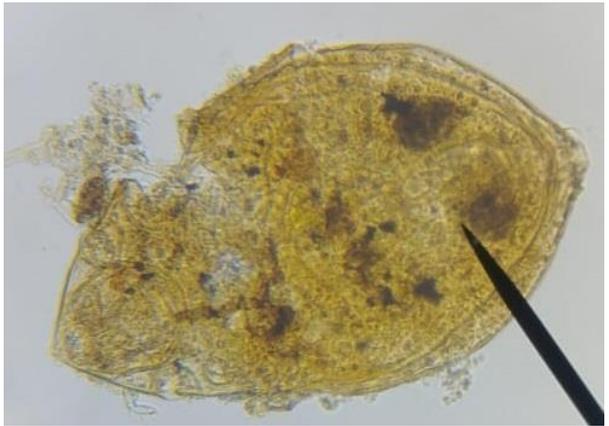
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	La Grama
<b>Cultivo:</b>	<i>Pinus sylvestris</i>
<b>Coordenada:</b>	-9.1615780, -78.3502340
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 4: Cartilla de evaluación N° 4

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	La Grama
<b>Cultivo:</b>	<i>Pinus sylvestris</i>
<b>Coordenada:</b>	-9.1615780, -78.3502340
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Ovoide
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Claroideoglomeraceae
<b>Género:</b>	Claroideoglomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 5: Cartilla de evaluación N° 5.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	La Grama
<b>Cultivo:</b>	<i>Pinus sylvestris</i>
<b>Coordenada:</b>	-9.1615780, -78.3502340
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 6: Cartilla de evaluación N° 6.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	La Grama
<b>Cultivo:</b>	<i>Saccharum officinarum</i> L.
<b>Coordenada:</b>	-9.1617400, -78.3496880
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa-subglobosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 7: Cartilla de evaluación N° 7.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	La Grama
<b>Cultivo:</b>	<i>Saccharum officinarum</i> L.
<b>Coordenada:</b>	-9.1617400, -78.3496880
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Hianilo-crema
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 8: Cartilla de evaluación N° 8.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Capellanía
<b>Cultivo:</b>	<i>Casuarina equisetifolia</i>
<b>Coordenada:</b>	-9.199124,-78.379748
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Subglobosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversisporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 9: Cartilla de evaluación N° 9.

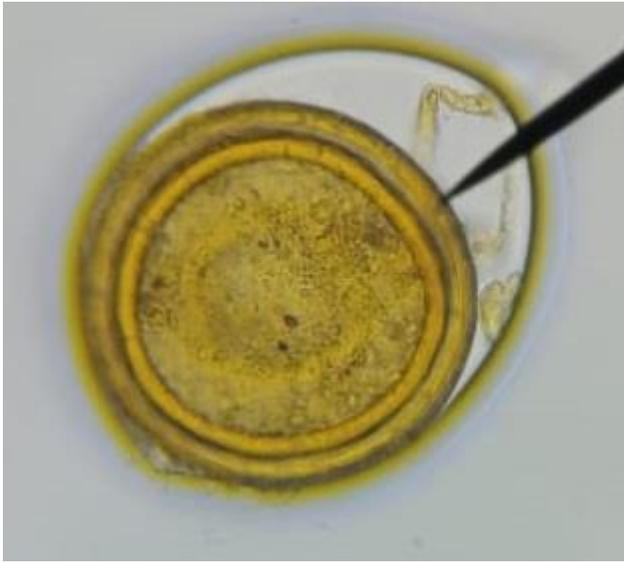
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Salida la Grama
<b>Cultivo:</b>	Ciruela
<b>Coordenada:</b>	-9.167871, -78.355831
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 10: Cartilla de evaluación N° 10.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Salida la Grama
<b>Cultivo:</b>	Ciruela
<b>Coordenada:</b>	-9.167871, -78.355831
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 11: Cartilla de evaluación N° 11.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Salida la Grama
<b>Cultivo:</b>	Ciruela
<b>Coordenada:</b>	-9.167871, -78.355831
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 12: Cartilla de evaluación N° 12.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Nepeña
<b>Zona:</b>	Salida la Grama
<b>Cultivo:</b>	Ciruela
<b>Coordenada:</b>	-9.167871, -78.355831
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa-subglobosa
<b>Color:</b>	Amarillo-crema
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 13: Cartilla de evaluación N° 13.

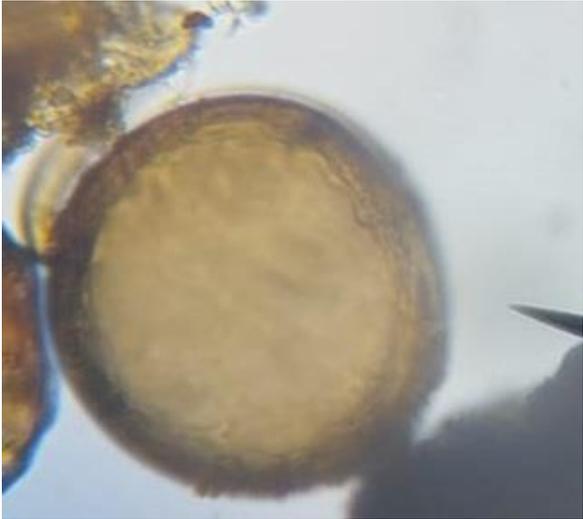
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 14: Cartilla de evaluación N° 14.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 15: Cartilla de evaluación N° 15.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 - 78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Amarillo-hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 16: Cartilla de evaluación N° 16.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 17: Cartilla de evaluación N° 17.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	subglobosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 18: Cartilla de evaluación N° 18.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	
<b>Color:</b>	
<b>Estructura superficial:</b>	
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 19: Cartilla de evaluación N° 19.

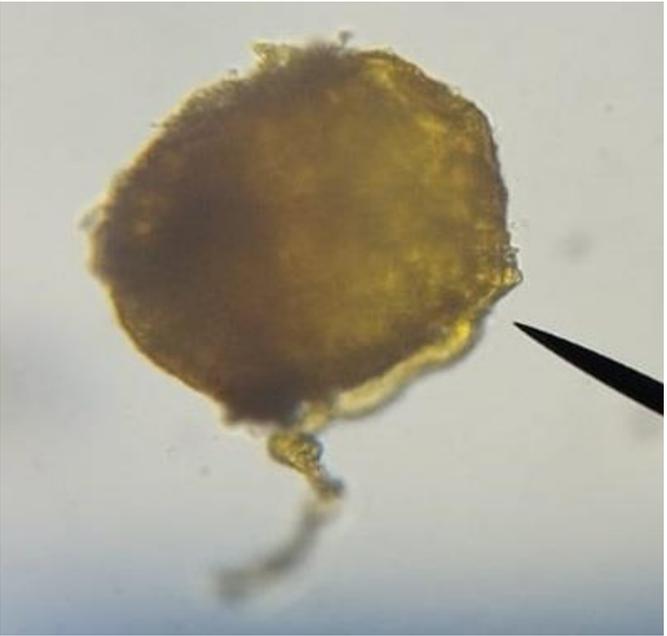
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Pardo rojisa
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Gigasporales
<b>Familia:</b>	Gigasporaceae
<b>Género:</b>	Gigaspora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 20: Cartilla de evaluación N° 20.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa-subglobosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Gigasporales
<b>Familia:</b>	Gigasporaceae
<b>Género:</b>	Gigaspora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 21: Cartilla de evaluación N° 21.

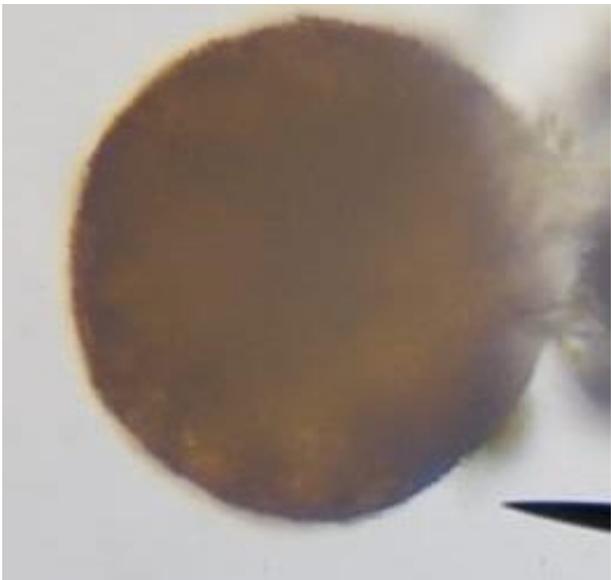
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Goblosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 22: Cartilla de evaluación N° 22.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Marron
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 23: Cartilla de evaluación N° 23.

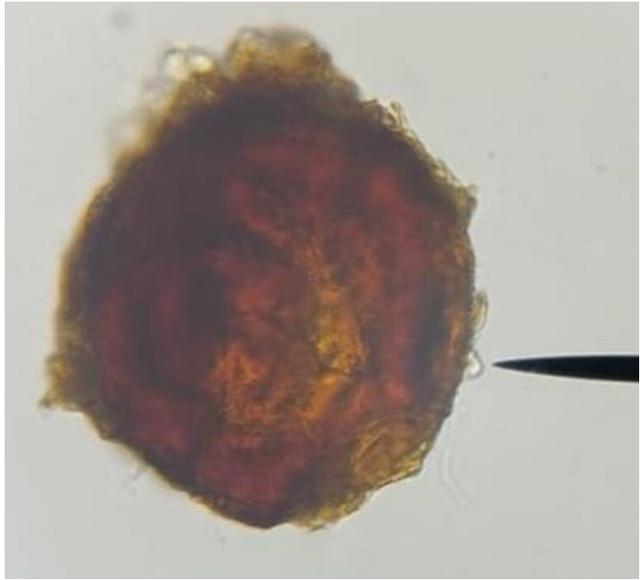
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	
<b>Color:</b>	
<b>Estructura superficial:</b>	
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Gigasporales
<b>Familia:</b>	Gigasporaceae
<b>Género:</b>	Gigaspora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 24: Cartilla de evaluación N° 24.

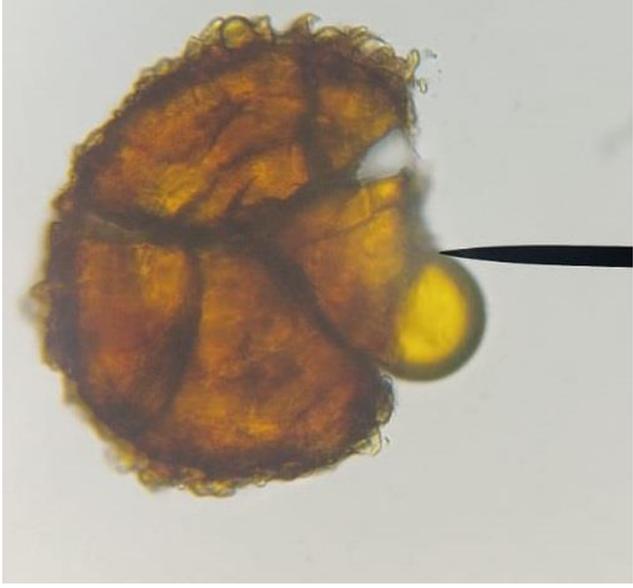
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río Seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Subglobosa
<b>Color:</b>	Pardo rojizo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 25: Cartilla de evaluación N° 25.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Río Seco
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.98680479 -78.59742824
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Subglobosa
<b>Color:</b>	Amarillo-marrón
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 26: Cartilla de evaluación N° 26.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Casa Colorada
<b>Cultivo:</b>	<i>Ficus Carica</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.97063817 -78.61511137
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	subglobosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Gigasporales
<b>Familia:</b>	Gigasporaceae
<b>Género:</b>	Gigaspora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 27: Cartilla de evaluación N° 27.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Casa Colorada
<b>Cultivo:</b>	<i>Ficus Carica</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.97063817 -78.61511137
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	subglobosa
<b>Color:</b>	Amarillo-hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulospora



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 28: Cartilla de evaluación N°28.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Fundo Santa Rosa
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.99170758 -78.60390544
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomerales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 29: Cartilla de evaluación N° 29.

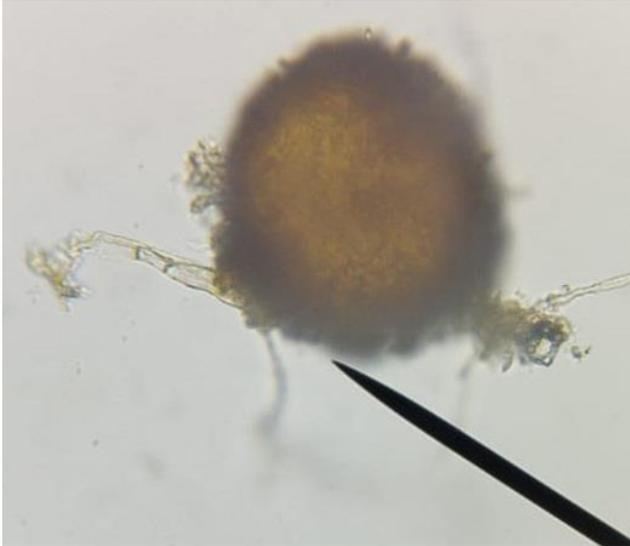
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Fundo Santa Rosa
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.99170758 -78.60390544
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	subglobosa
<b>Color:</b>	Marron-amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 30: Cartilla de evaluación N° 30.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Fundo Santa Rosa
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.99170758 -78.60390544
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Amarillo-marron
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 31: Cartilla de evaluación N° 31.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	Fundo Santa Rosa
<b>Cultivo:</b>	<i>Musa × paradisiaca</i>
<b>Coordenada:</b>	-8.99170758 -78.60390544
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 32: Cartilla de evaluación N°32.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	La Huaca II Etapa
<b>Cultivo:</b>	Pacae
<b>Coordenada:</b>	-8.9949264 -78.60081788
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 33: Cartilla de evaluación N°33.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	La Huaca II Etapa
<b>Cultivo:</b>	Pacae
<b>Coordenada:</b>	-8.9949264 -78.60081788
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Amarillo
<b>Estructura superficial:</b>	Lisa
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 34: Cartilla de evaluación N°34.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	La Huaca II Etapa
<b>Cultivo:</b>	Pacae
<b>Coordenada:</b>	-8.9949264 -78.60081788
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	Globosa
<b>Color:</b>	Hialino
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 35: Cartilla de evaluación N°35.

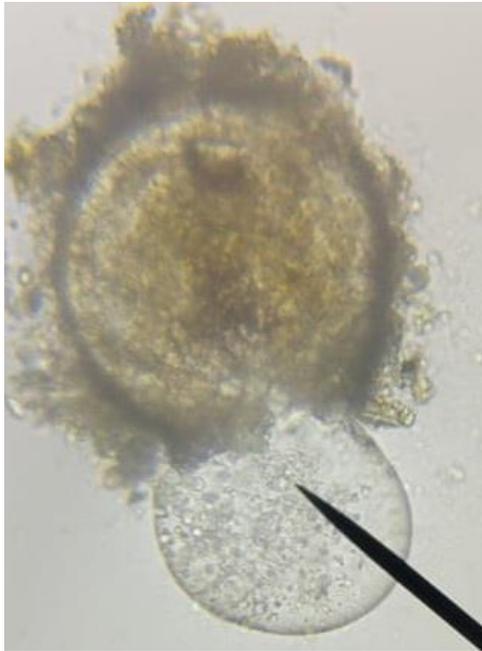
CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	La Huaca II Etapa
<b>Cultivo:</b>	Pacae
<b>Coordenada:</b>	-8.9949264 -78.60081788
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	globosa
<b>Color:</b>	Hialino-marron
<b>Estructura superficial:</b>	Aspera
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Glomeriales
<b>Familia:</b>	Glomeraceae
<b>Género:</b>	Glomus



OBJ 40X OC 10X.

Anexo 36: Cartilla de evaluación N°36.

CARTILLA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPORAS DE HMA	
<b>Distrito:</b>	Santa
<b>Zona:</b>	La Huaca III Etapa
<b>Cultivo:</b>	Alamo
<b>Coordenada:</b>	-8.99170758 -78.60390544
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ESPORA</b>	
<b>Forma:</b>	
<b>Color:</b>	
<b>Estructura superficial:</b>	
<b>DETERMINACIÓN TAXONÓMICA</b>	
<b>Clase:</b>	Glomeromicetos
<b>Orden:</b>	Diversiporales
<b>Familia:</b>	Acaulosporaceae
<b>Género:</b>	Acaulaspore



OBJ 40X OC 10X.



Anexo 37: Recolección de submuestras de rizósfera de plátano.



Anexo 38: Equipo investigador en trabajo de laboratorio.



Anexo 39: Equipo investigador buscando micorrizas mediante estereoscopio y microscopio.



Anexo 40: Equipo investigador.