

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL SEDE JAÉN



HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A
***Cinchona micrantha* Ruiz & Pav. JAÉN - PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

SOPHIA NICOLL SILVA FERNÁNDEZ

ASESORA:

DRA. MARCELA NANCY ARTEAGA CUBA

JAÉN -PERÚ

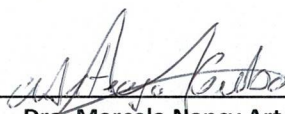
2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Sophia Nicoll Silva Fernández
DNI: 72425080
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
Dra. Marcela Nancy Arteaga Cuba
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A *Cinchona micrantha* RUIZ & PAV.
JAÉN – PERÚ
6. Fecha de evaluación: 03/07/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 18 %
9. Código Documento: oid: 3117:471561772
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03/07/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Dra. Marcela Nancy Arteaga Cuba
DNI: 27671665



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962

"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

FILIAL JAÉN

Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas

Calle Mariscal Ureta N° 1355 - 1357

JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **diecinueve** días del mes de **junio** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 445-2024-FCA-UNC, de fecha 16 de setiembre 2024, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A *Cinchona micrantha* Ruiz & Pav. JAÉN - PERÚ**", ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña SOPHIA NICOLL SILVA FERNÁNDEZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **quince** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **dieciséis** horas y **dos** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 19 de junio de 2025.

Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos
SECRETARIO

Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
VOCAL

Dra. Marcela Nancy Arteaga Cuba
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, ENRIQUE y FANNY, mis pilares y guías inquebrantables, les dedico esta tesis como una expresión de gratitud por su amor, apoyo y sacrificio incondicional a lo largo de mi vida y especialmente durante este arduo camino académico. Sus palabras de aliento, sus consejos sabios y su constante estímulo han sido mi fuente de fortaleza y motivación en cada paso de este viaje.

Cada logro alcanzado en este trabajo es también suyo, pues su amor y dedicación han sido la inspiración detrás de cada esfuerzo. A través de las alegrías y los desafíos, ustedes han estado ahí, sosteniéndome con su amor y confianza.

Agradezco profundamente el sacrificio que han hecho para brindarme las oportunidades que hoy tengo. Este logro es también un tributo a su infinito amor y sacrificio.

Sophia Nicoll

AGRADECIMIENTO

"Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera a la realización de esta tesis.

No puedo dejar de agradecer a mi familia por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y su comprensión a lo largo de este proceso. Su presencia constante en mi vida ha sido mi mayor motivación.

A mi asesora Marcela N. Arteaga Cuba por su experiencia, paciencia y apoyo constante que fueron fundamentales para la realización de esta tesis; su confianza en mí ha hecho posible este logro

Finalmente, quiero expresar mi profunda gratitud a todos los participantes de este estudio, cuya colaboración fue esencial para la recopilación de datos y el desarrollo de este trabajo.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Este logro no habría sido posible sin su generosidad, orientación y apoyo."

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDIE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
CAPÍTULO I.INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II.REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Aspectos generales de <i>Cinchona micrantha</i>	16
2.2.2. Micorrizas	17
2.2.3. Tipos de hongos.....	19
2.2.4. Micorrizas arbusculares	22
2.2.5. Sistemática de Hongos Micorrízicos Arbusculares	23
2.2.6. Descripción del Phylum Glomeromycota	24
2.2.7. Descripción de género de HMA.....	25
2.2.8. Factores que afectan la formación y funcionamiento de las micorrizas arbusculares	27
2.2.9. Influencia de la temperatura en la micorrización.....	28
2.2.10. Aplicación de micorrizas arbusculares.....	28
2.3. Conceptos básicos	29
CAPÍTULO III.MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Localización del área de estudio	31

3.2. Tipo y diseño de la investigación.....	32
3.2.1. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	32
3.2.2. <i>Unidad de análisis</i>	32
3.2.3. <i>Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	33
3.2.4. <i>Validación por expertos y prueba de confiabilidad de los instrumentos</i>	33
3.2.5. <i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos</i>	33
3.2.6. <i>Aspectos éticos a considerar</i>	34
3.2.7. <i>Presentación de la información</i>	35
3.3. Materiales y procedimiento.....	35
CAPÍTULO IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Resultados	40
4.1.1. <i>Número de esporas por 100 gramos de suelo de hongos micorrízicos arbusculares HMA</i>	40
4.1.2. <i>Identificación de género de micorrizas en el suelo de la plantación de Cinchona micrantha Ruiz y Pav.</i>	41
4.1.3. <i>Colonización en las raíces de Cinchona micrantha Ruiz y Pav</i>	46
CAPÍTULO V.....	59
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. Conclusiones.....	59
5.2. Recomendaciones	59
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	19
Tabla 2 Numero de esporas en 1g de suelo de 5 árboles de la plantación forestal de Cinchona micrantha Ruiz y Pav	40
Tabla 3 Identificación de micorrizas por comparación de formas encontradas en el suelo de la plantación de Cinchona micrantha Ruiz y Pav	41
Tabla 4 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 1	47
Tabla 5 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 2	48
Tabla 6 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 3	49
Tabla 7 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 4	50
Tabla 8 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 5	51
Tabla 9 Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos por muestra	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación esquemática del micelio intercelular en una ectomicorriza (a) e inter-intracelular de una endomicorriza (b).	20
Figura 2 Ectomicorrizas en corte transversal de una raíz	21
Figura 3 Endomicorrizas en corte longitudinal de raíz.....	22
Figura 4 Ubicación del área de estudio.....	31
Figura 5 Promedio de esporas en 1g de suelo por cada muestra analizada	40
Figura 6 Clasificación morfométrica de esporas en el suelo de la plantación de Cinchona micrantha Ruiz y Pav.....	42
Figura 7	46
Figura 8 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 1.....	47
Figura 9 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 2.....	49
Figura 10 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 3.....	50
Figura 11 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 4.....	51
Figura 12 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 5.....	52
Figura 13 Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos por muestra	53
Figura 14 Promedio de colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de las 5 muestras evaluadas.....	54

RESUMEN

Cinchona micrantha Ruiz y Pav es una especie arbórea que pertenece a la familia Rubiaceae, en estado natural su regeneración y propagación es baja y necesita de agentes externos para lograr su sobrevivencia, en todas las plantas específicamente en la rizosfera se encuentran distintos microorganismos que interactúan y ayudan en la transformación de nutrientes, entre los que se encuentran los Hongos micorrízicos arbusculares. El objetivo de esta investigación fue evaluar hongos micorrízicos arbusculares de la especie *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav. en una parcela forestal. La metodología consistió en seleccionar 5 árboles de los cuales se obtuvo un kg de suelo rizosférico que contenía raicillas de la especie en estudio, los puntos de muestreo tuvieron una distancia aproximada de 200 m entre ellos; se separó las esporas del suelo para determinar su morfología; se determinó el porcentaje de colonización en hifas en raicillas empleando las técnicas de Aguilar-Ulloa *et al.* (2016). Los resultados obtenidos indican que en 100 g de suelo de bosque se encontró 7132 esporas; los morfotipos encontrados fueron 06 al género *Glomus*, 01 al género *Acaulospora*, 01 al género *Ambispora* y 01 especie sin identificar. El porcentaje de colonización fue; hifas de 6,33, vesículas 5,23 y arbusculos de 7,29. Se concluye que los suelos de la plantación forestales de *Cinchona micrantha* presentan Micorrizas arbusculares y el género que predomina es *Glomus*.

Palabras clave: Cinchona, hongos micorrízicos, plantaciones forestales

ABSTRACT

Cinchona micrantha Ruiz and Pav is a tree species that belongs to the Rubiaceae family in its natural state its regeneration and propagation is low and needs external agents to achieve its survival. In all plants, specifically in the rhizosphere, there are different microorganisms that interact and help in the transformation of nutrients, among which are the arbuscular mycorrhizal fungi. The objective of this research was to evaluate arbuscular mycorrhizal fungi of the species *Cinchona micrantha* Ruiz and Pav. in a forest plot. The methodology consisted of selecting 5 trees from which a kg of rhizosphere soil containing rootlets of the species under study was obtained, the sampling points were approximately 200 m apart; the spores were separated from the soil to determine their morphology; the percentage of colonization in hyphae in rootlets was determined using the techniques of Aguilar-Ulloa *et al.* (2016). The results obtained indicate that 7132 spores were found in 100 g of forest soil; the morphotypes found were 06 to the genus *Glomus*, 01 to the genus *Acaulospora*, 01 to the genus *Ambispora* and 01 unidentified species. The percentage of colonization was: hyphae was 6,33, by vesicles 5,23 and arbuscules 7,29. It is concluded that the soils of the *Cinchona micrantha* forest plantation present arbuscular mycorrhizae and the predominant genus is *Glomus*.

Keywords: *Cinchona*, mycorrhizal fungi, forest plantations

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

Perú se considera un país megadiverso por la variedad de ecosistemas, de especies de flora y fauna y por sus recursos genéticos y culturales. En el país se destaca la presencia de plantas de importancia alimenticia y medicinal. Tal es el caso de los árboles del género *Cinchona* como *C. calisaya* Wedd., *C. officinalis* L., *C. pubescens* Vahl y *C. micrantha* Ruiz y Pav., cuya corteza contiene alcaloides de quinina, especialmente: quinina, quinidina, cinchonina y cinchonidina, los cuales se utilizaron por más de tres siglos como único tratamiento efectivo contra la malaria, igualmente para las arritmias cardíacas, resfriados, fibrilación auricular, tónico eupéptico, catarros y como tónico capilar (Fernández y Huaccha, 2022).

De acuerdo a estudios, actualmente el hábitat de la cascarilla se ha convertido en uno de los ecosistemas más amenazados por el hombre debido a la expansión agrícola, lo cual ha causado una disminución de estas especies, a tal punto que no es fácil encontrar poblaciones de cascarilla; únicamente están ubicadas en lugares apartados y pequeños relictos boscosos. Asimismo, se observa que en condiciones naturales las semillas presentan baja tasa de germinación y poca sobrevivencia de plántulas (Suarez, 2018).

En la composición radicular de las plantas se encuentran distintos microorganismos que interactúan y ayudan con el desarrollo del vegetal, un grupo de gran importancia y de gran interés son los Hongos micorríticos arbusculares los cuales tienen una gran importancia en las plantas debido a que en las plantas micorrizadas, el micelio externo se extiende a una mayor distancia en el suelo que los pelos radicales de las plantas no micorrizadas (Peña y Rodríguez, 2018).

Las micorrizas arbusculares o vesículo arbusculares, muestran ser un factor determinante en el ciclaje de nutrientes y su adaptación a condiciones variantes de clima y suelos, reflejando un alto número de especies vegetales que realizan simbiosis con dichos hongos (Jiménez et al., 2019). Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, la presente investigación tuvo como objetivo general determinar la presencia de hongos micorrízicos arbusculares asociados a *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén - Perú. los objetivos específicos fueron: a) Cuantificar el número de esporas de suelo de hongos micorrízicos arbusculares HMA por 100 gramos, presentes en suelos rizofericos de *Cinchona micrantha*. en una parcela forestal Jaén – Perú, b) Identificar a nivel de género de hongos micorrízicos arbusculares HMA asociados a *Cinchona micrantha*. en una parcela forestal Jaén – Perú, c) Cuantificar el porcentaje de colonización de hongos micorrízicos arbusculares HMA, presentes en raíces de *Cinchona micrantha*. en una parcela forestal Jaén-Perú.

CAPÍTULO II.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Arévalo y Loján (2023) realizaron un estudio con el objetivo de identificar los géneros de HMA asociados a poblaciones naturales de *Cinchona officinalis* a través de un análisis morfológico de las esporas apoyado en descripciones del International Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). La zona de estudio se concentró en cinco sitios del cantón Loja, de donde se extrajeron muestras de rizósfera y raicillas. Posteriormente se instalaron sistemas trampa para el cultivo de hongos micorrízicos arbusculares con *Plantago lanceolata* como planta hospedera. Luego de nueve meses del establecimiento de los sistemas trampa, se calcularon los porcentajes de colonización y longitud de colonización de raíces. El análisis morfológico de las esporas permitió identificar cuatro géneros de hongos micorrízicos arbusculares: Gigaspora, Funneliformis, Glomus y Acaulospora, el más abundante fue Glomus, seguido de Acaulospora, mientras que Gigaspora fue el más escaso. El porcentaje de colonización en raíces de *C. officinalis* varió entre el 80% a 89%, mientras que el porcentaje de longitud de colonización de raíz tuvo una variación de entre el 20,97 y 38,12%. Estos resultados sugieren que, en su ecosistema natural, *C. officinalis* tiene una alta colonización de hongos micorrízicos, siendo Glomus el género dominante. Los porcentajes de colonización fueron elevados, a diferencia de las plantas trampa, esto pudo deberse a diferencias en las condiciones ambientales y características del suelo

Marín et al. (2018) en su estudio describieron las características de la vegetación y las relaciones micorrícicas de las plantas vasculares de un bosque de *Nothofagus pumilio*. vía métodos morfológicos, la diversidad ectomicorrícica presente en este bosque. Los resultados demuestran que, de 46 especies de plantas vasculares identificadas en este estudio, 42 (91 %) son micorrícicas, y de estas, 33 (72 %) están formando micorrizas arbusculares (AM), dos

(los árboles dominantes *N. pumilio* y *N. dombeyi*) están asociados con ectomicorrizas (EM), cinco están asociadas con micorrizas ericoides, dos con micorrizas orquíoides, y cuatro fueron nomicorrizadas. Adicionalmente, 26 especies de EM fueron detectadas, de las cuales 15 pertenecen a *Cortinarius*. Finalmente, hubo claras diferencias en el crecimiento de los semilleros de *N. pumilio* inoculados con el hongo ectomicorrícico *Laccaria laccata*, comparados a plantas no inoculadas. Sugerimos que los hongos micorrícicos juegan un rol clave en la colonización de ambientes severos por juveniles, como en el límite altitudinal andino.

Sanchez (2022) en su estudio determinó la colonización de hongos micorrízicos en raíces de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) en los páramos de Ganquis y Cubillín en la provincia de Chimborazo. Por cada localidad se colectaron 5 muestras de suelo al azar de aproximadamente 1 kg cada una. El porcentaje de colonización de raíces se estimó mediante la observación microscópica de raíces según metodología de Phillips y Hayman, para la separación y cuantificación de esporas se utilizó el método de centrifugación y el método de cuadrantes, para la identificación de morfo-tipos de hongos micorrízicos se emplearon las claves y descripciones presentadas por Schenk y Pérez y la página web del INVAM (Colección Internacional de Cultivo de Hongos Micorrízicos Arbusculares Vesiculares), tomando en cuenta los rasgos morfológicos como la forma, el color y la textura de la pared. El porcentaje de colonización obtenido en páramo de Ganquis fue de 28,2 % , mientras que en el páramo de Cubillín fue de 43,6 %, el número de esporas encontradas en páramo de Ganquis fue un total de 6300 esporas/100g de suelo y en el páramo de Cubillín se evidenció un total de 7300 esporas/100g de suelo y los morfo-tipos de hongos micorrízicos identificados en el páramo de Ganquis fueron 6 pertenecientes al género *Glomus* y *Archaeospora*, mientras que el páramo de Cubillín se encontró 10 morfo-tipos pertenecientes

a los géneros *Glomus* y *Acaulospora*. El mayor porcentaje de colonización en raíces y el número de esporas del suelo se encontró en la localidad de Cubillín.

Polo (2018) determinó el total de esporas, riqueza, abundancia, grado de colonización e identificación taxonómica de las especies presentes en la rizósfera de *Cedrela odorata* en sitios de Pérez Zeledón, Costa Rica y en Veracruz, México. Como resultado se reportan 51 taxas, 40 para los sitios de México con 3 son nuevos registros, mientras que para Costa Rica se aislaron 31 especies con 6 nuevos registros para el país, con predominancia de los géneros *Acaulospora* y *Glomus* para ambos sitios de estudio. Se obtuvieron porcentajes de colonización variados, observando estructuras típicas de HMA, con mayor frecuencia hifas y vesículas, en cambio poca colonización por arbusculos, conjuntamente, se registró por primera vez la presencia de hongos septados oscuros (HSO) para cedro, aunque en bajos niveles de colonización. Por otra parte, se brindó un listado actual de las especies reportadas para Costa Rica, México y el estado de Veracruz, con el fin de facilitar a investigadores y estudiantes sobre posibles nuevos registros para cada respectivo lugar, de manera que es importante continuar con el estudio de estos simbiontes fúngicos para proponer y generar inóculos para un manejo biotecnológico en plantaciones o programas de conservación del cedro.

Minaya (2023) en su estudio tuvo el objetivo de conocer la diversidad de AMF asociados con la rizosfera de la especie *Cedrela montana* Moritz ex Turcz (cedro), se tomaron muestras de suelo de la rizosfera de un individuo de la especie *C. montana* ubicado en el Bosque Protector La Neblina, Imbabura-Ecuador. Utilizando la técnica de tamizado, se extrajeron esporas de AMF y, basándose en sus diferencias morfológicas microscópicas, como la forma, el color, el tamaño, el aspecto de la pared externa y las características de las hifas, se identificaron 49 especies de AMF pertenecientes a 8 géneros (*Funneliformis*, *Glomus*, *Rhizophagus*, *Septoglomus*, *Acaulospora*, *Diversispora*, *Ambispora* y *Paraglomus*).

Las especies más comunes fueron *Septoglomus constrictum* y *Acaulospora alpina*. Un índice de diversidad de Margalef de 7.65 en una escala de 0 a 10, junto con un índice de Simpson de 0.92 en una escala de 0 a 1, indica que la abundancia de individuos por especie está distribuida de manera casi uniforme y que la frecuencia de especies también puede aproximarse de manera logarítmica. La presencia de una alta diversidad de especies de AMF en la muestra de suelo estudiada es coherente con estudios anteriores que han informado sobre la presencia de diversas comunidades de AMF en varios ecosistemas. Específicamente, nuestros hallazgos concuerdan con investigaciones que han identificado a Glomeraceae y Acaulosporaceae como familias dominantes de AMF en diferentes entornos.

Herrera (2019) con el objetivo de determinar las especies de hongos de micorriza arbuscular (HMA) asociadas a *Swietenia macrophylla* (caoba) así como cuantificar el número de esporas y determinar la intensidad micorrícica en cinco zonas de muestreo distribuidos en los departamentos de Ucayali, San Martín y Huánuco. El muestreo de suelo se realizó a partir de 15 árboles de *Swietenia macrophylla* y de raíces a partir de 8 árboles. La metodología utilizada para cuantificar el nivel de propagación de esporas fue el método del tamizado y decantado por vía húmedo y para determinar la intensidad micorrícica fue la de tinción. Como resultado de este estudio se obtuvo mayor número de esporas para la procedencia de Chazuta (CH=15 esporas g - 1 suelo), seguido de la procedencia de Bello Horizonte (BH= 14 esporas g - 1 suelo), INIA Fincyt (CFI= 12 esporas g - 1 suelo) y INIA Agro bosque (CAI= 8 esporas g - 1 suelo) en tanto que el menor número de esporas encontrados fue para la procedencia Aucayacu (CAR=2 esporas g - 1 suelo). Finalmente, la identificación reportó 37 especies de HMA, encontrando mayor diversidad en la zona de muestreo de Chazuta (CH) con 17 especies y menor diversidad en la zona de muestreo para Aucayacu (CAR) 6 especie. *Acaulospora* fue el género que se presentó con mayor frecuencia.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aspectos generales de *Cinchona micrantha*

Según el sistema Angiosperm Phylogeny Group (APG IV) publicado por Tropicos (trópicos.org), esta especie tiene el siguiente sistema taxonómico:

Reino	: Vegetal
División	: Magnoliophyta
Orden	: Rubiales
Familia	: Rubiaceae
Género	: <i>Cinchona</i>
Especie	: <i>Chinchona micrantha</i>
Nombre común	: Cinchona, cascarilla, quina, colorada.
Distribución y hábitat	

La *Cinchona micrantha*, árbol originario de los Andes (Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala), representante del reino vegetal en el escudo nacional del Perú (Puyusacha, 2010)

Esta especie se encuentra en Perú, Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, en el Perú se encuentra en ambas vertientes de la cordillera de los Andes, en los departamentos de Piura, Cajamarca, Amazonas, Lambayeque, Huánuco, Pasco, Junín y Puno. (Zevallos, 1989), encontrándose entre los 1000 a 3000 msnm (Cifuentes, 2013).

En 2017; se destaca la colección de 370 especímenes de *Cinchona*, la misma que fue identificada por primera vez a nivel de género en 1735. (Eras et al. 2019). De un total de 41 países con ocurrencias de *Cinchona* spp., Perú y Ecuador tuvieron la mayor cantidad. En Perú, *Cinchona* está georreferenciada en 16 de las 24 regiones, con la región de Cajamarca a la cabeza. (Ligia Garcia et al. 2022. p,8)

Descripción botánica

Cinchona micrantha es una especie perennifolia, fuste cilíndrico, de 20 a 35 cm de diámetro, con ramificación simpodial, copa globosa irregular. La corteza exterior es de color marrón grisáceo a gris y la corteza interior es de color blanco. Se oxida al contacto con el oxígeno, secreta savia amarillenta y de sabor amargo. Las hojas son simples y opuestas, de 7 a 14 cm de largo y 4 a 10 cm de ancho, ápice agudo, base obtusa o redonda, estípulas ovadas. La parte superior de la hoja es glabra o con escasa pubescencia. Las flores son hermafroditas, actinomorfas que pueden llegar a medir 3 cm de largo y se presentan en forma de panícula de hasta 40 cm de longitud. La corola es gamopétala de color blanco. El fruto es una cápsula oblonga u oblongo-lanceolada (Fernández y Huaccha, 2022).

Importancia y Usos

Es el árbol más cultivado por su alcaloide (quinina), cuyas propiedades, son utilizadas para la prevención y tratamiento de la malaria, también se usa para curar neumonías, acelerador del parto, tónico capilar para evitar la caída del cabello, desordenes del ritmo cardiaco, calambres e indigestión. Es depurativa pues favorece la eliminación de toxinas por piel y orina (Gómez, 2005)

2.2.2. Micorrizas

Las micorrizas son hongos encargados de asociar la microbiota del suelo y las raíces de las plantas, estos hongos han estado presentes durante más de 400 millones de años. Inicialmente estas asociaciones entre hongos del suelo y las raíces de los árboles fueron las únicas que se reconocieron como micorrizas (Alonso-Contreras *et al.*, 2013). Las micorrizas son consideradas los componentes más activos de los órganos de absorción de los nutrientes de la planta, la que a su vez provee al hongo simbionte de nutrientes orgánicos y de un nicho protector (Moscoso, 2022).

La palabra micorrizas proviene del griego mykes (que significa hongo) y rhiza (raíz), y fue acuñado por A.B. Frank en 1885, para describir las asociaciones simbióticas entre raíces y hongos (Verdugo, 2022).

Las micorrizas son simbiosis mutualistas muy evolucionadas que se establecen entre ciertas especies de hongos (Basidiomycetos, Ascomycetos, Zygomycetos y Glomeromycetos) y las raíces de la mayor parte de las plantas incluyendo la mayoría de especies de importancia económica (Silva et al., 2022).

Actualmente son bien conocidos los efectos beneficios de las MA, los cuales comprenden una mayor absorción de elementos poco móviles en el suelo como el fósforo P, cobre Cu y Zinc Zn, por parte de las plantas micorrizadas en comparación con las no micorrizadas (Flores, 2023).

Por otra parte, las plantas micorrizadas son capaces de hacer un mejor uso de los fertilizantes orgánicos, bien sea debido a la producción de fosfatasas por parte de los hongos mismos (Chapi, 2022) o bien gracias a la asociación existente entre las hifas de las MA y los organismos que participan en la mineralización de la materia orgánica. Existen evidencias de que las MA protegen a las plantas del ataque de patógenos y del déficit hídrico (Moreno et al., 2018).

En la rizosfera, el existe un gran número de bacterias, hongos y actinomicetos, que aprovechan las excreciones radiculares de la planta que incluyen aminoácidos, azúcares, hormonas, vitaminas y gran cantidad de ácidos orgánicos. Estas sustancias sirven como fuente de carbono para los microorganismos, es decir, energía y a su vez estos defienden el espacio de la raíz con antibióticos contra agentes patógenos, no porque cuiden la salud vegetal, sino porque no quieren compartir con otros esta fuente segura de alimento, cuanto mejor nutrida este la planta, más intensa es la micro vida en la zona de su raíz y tanto más garantida esta la planta contra pestes (Mayorga & Martínez, 2019).

2.2.3. Tipos de hongos

Las micorrizas se pueden clasificar principalmente mediante ciertas características morfológicas del hongo, como la forma y el tipo de hifas, el nivel de penetración en la raíz o el tejido, así como los taxones involucrados. Podemos reconocer de manera consensuada, dos grandes tipos de micorrizas de acuerdo a la forma de penetración de las hifas en las células de la raíz: ectomicorrizas y endomicorrizas. Se describen también formas intermedias: las ectendomicorrizas (Saparrat et al., 2020, p.13).

Tabla 1

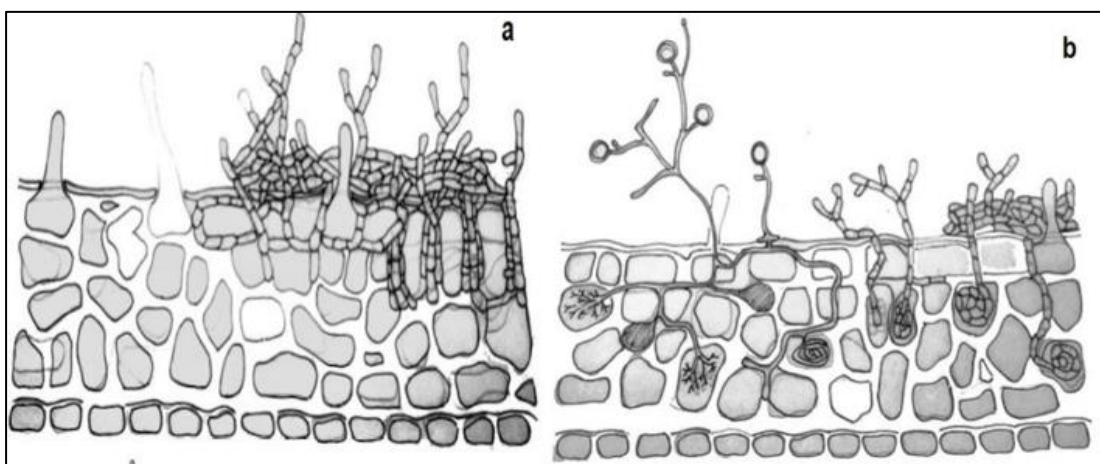
Clasificación de los tipos de micorrizas según características generales de los hongos

Tipos de micorrizas	Ectomicorrizas	Ectendomicorrizas			Endomicorrizas		
		Otras	Arbutoide	Monotropoide	Ericoide	Orquideoide	MA
Hifas	Septadas	Septadas	Septadas	Septadas	Septadas	Septadas	Sin septos
Penetración	Intercelular	Intracelular	Intracelular	Intracelular	Intracelular	Intracelular	Intracelular
Mano hifal	presente	Presente/ausente	presente	presente	ausente	ausente	ausente
Simbionte fúngico	Basidio/asco	Basidio/asco	Basidio	Basidio	Asco	Basidio	Glomero
					Ericales	Orchidales	Bryo
					Bryo		Pterido
							Gymno
							Angio

Fuente: (Saparrat et al., 2020, p.14).

Figura 1

Representación esquemática del micelio intercelular en una ectomicorriza (a) e inter-intracelular de una endomicorriza (b).



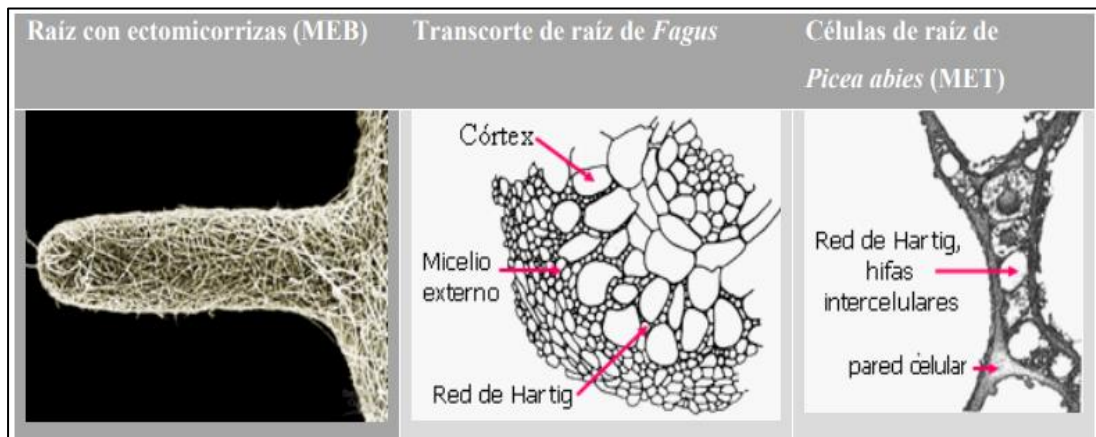
Fuente: (Saparrat et al., 2020, p.15).

Carrillo (2015, p.176) menciona varios tipos de micorrizas que se clasifican según las estructuras que forma el hongo dentro de la raíz: ectomicorrizas, ectoendomicorrizas y endomicorrizas.

Ectomicorrizas: En las ectomicorrizas, el micelio invade las raíces sin entrar en las células; en este grupo están todos los hongos comestibles. Son más comunes en especies forestales como árboles y arbustos, generalmente en plantas perennes leñosas, donde la morfología radicular es corta y lignificada, lo que impide una óptima absorción de nutrientes. Las ectomicorrizas contribuyen significativamente a la biomasa del ecosistema, se distribuye ampliamente en el suelo, y tiene una gran importancia en el ciclaje y absorción de nutrimentos. Estas micorrizas son de gran importancia en el aprovechamiento forestal, ya que al parecer son requeridas en diferentes etapas de la mayoría de árboles maderables en los bosques fríos, y lo cual proporciona a la planta cierta protección contra algunos agentes patógenos (Sánchez, 2022, p.7)

Figura 2

Ectomicorrizas en corte transversal de una raíz



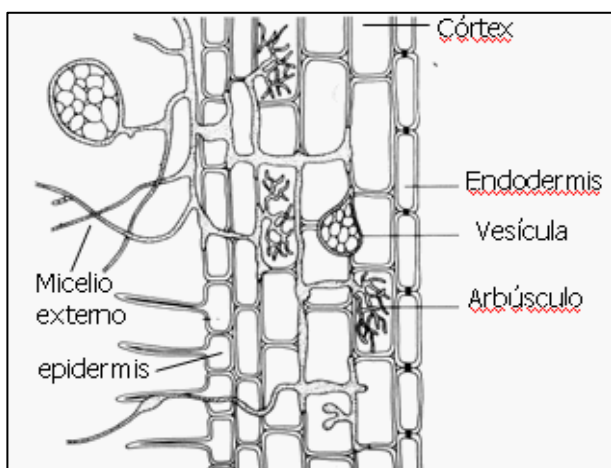
Fuente: Sanchez (2022, p.8)

Ectoendomicorrizas: Este tipo de micorrizas presenta manto externo, presentan características como de las ectomicorrizas, también penetran en el interior de las células corticales por hifas septadas. Los hongos asociados son reconocidos como formadores de ectomicorriza, por lo que esta asociación puede considerarse un caso especial de simbiosis. Hay dos tipos: ericoide y monotropoide (Sanchez, 2022, p.7)

Endomicorrizas: Las endomicorrizas se encuentran en un 90% de las plantas superiores y en muchos vegetales inferiores, estos hongos penetran profundamente la raíz formando vesículas y arbuscúlos intracelulares característicos, de ahí su nombre internacional vesicular-arbuscular mycorrhizas (VAM), estas micorrizas juegan un gran papel importante en la agricultura por su capacidad de captar y acumular nutrientes y transferirlo a las plantas micorrizadas. En este grupo se distribuye tres grupos principales: ericoides, orquidioides y arbusculares (Sánchez, 2022, p.7)

Figura 3

Endomicorrizas en corte longitudinal de raíz



Fuente: Sánchez (2022, p.9)

2.2.4. Micorrizas arbusculares

Los hongos de micorrizas arbusculares (HMA), son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del phylum Glomeromycota y la inmensa mayoría de las plantas (cultivadas y silvestres), tratándose de una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas sino también porque puede estar presente en la mayoría de los hábitats naturales. El nombre 'arbuscular' se deriva de estructuras características, los arbuscúlosos que ocurren dentro de las células corticales de muchas raíces de plantas (Herrera, 2019).

Los HMA son simbioses obligados ya que para completar su ciclo de vida deben estar asociados con raíces vivas que las provean de carbono, así como de los factores necesarios para su desarrollo y esporulación. Dentro de la corteza de la raíz y expandiéndose hacia el suelo, los HMA forman estructuras con distintas funciones simbióticas (Ruiz et al., 2011).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son hongos del suelo pertenecientes al phylum Glomeromycota que normalmente forman asociaciones mutualistas con las raíces de la mayoría de las plantas vasculares. En esta asociación, denominada

micorriza arbuscular (MA), el hongo coloniza de manera extra e intercelular el cortex de la raíz, desarrollando un intrincado micelio externo que rodea la raíz de las plantas colonizadas. Este micelio forma una conexión continua entre la solución del suelo y la planta, lo que permite la captación de iones desde el suelo y su transporte a la raíz del hospedero, lo que influye de manera activa la nutrición mineral. En sentido inverso, el HMA recibe compuestos carbonados provenientes de la fotosíntesis de la planta, necesarios para su metabolismo por tratarse de un simbiote obligado, que requiere de la interacción con la planta para completar su ciclo de vida (Fuentealba, 2014).

2.2.5. Sistemática de Hongos Micorrízicos Arbusculares

La taxonomía o clasificación de los Hongos Micorrízicos Arbusculares se basa principalmente en la morfología de sus esporas microscópicas, cuyos diámetros pueden variar de 20 a 1000 μm , las cuales se pueden aislar del suelo cercano a raíces colonizadas. Sus esporas son estructuras de gran resistencia a condiciones ambientales adversas, con paredes rígidas y resistentes, que les permiten permanecer en el suelo con vida latente, por largos periodos y en condiciones climáticas variables (Ek, 2019).

El orden al que pertenecen estos hongos es de los Glomales y su clasificación se basó en características morfológicas de la pared de las esporas asexuales producidas por estos hongos. Este tipo de clasificación permitió describir lo que se denomina morfoespecies fúngicas. En 1990, las aproximadamente 150 especies de HMA conocidas, se clasificaron en dos subórdenes (Glominae y Gigasporineae), tres familias (Glomaceae, Acaulosporaceae y Gigasporaceae) y seis géneros (*Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora*), (Artunduaga, 2018).

2.2.6. Descripción del Phylum Glomeromycota

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (2025) indica que los hongos micorrícicos arbusculares pertenecen a un grupo de hongos dentro del phylum Glomeromycota aunque su clasificación dentro de este phylum aún se encuentra en constante cambio y debate (Tedersoo et al., 2018). Estudios como el de Oehl et al. (2011) los agrupan en tres clases dentro de este filo, con aproximadamente 200 especies descritas.

La clasificación taxonómica de los hongos micorrícicos arbusculares propuesta por diversos autores (Oehl et al., 2011; Oehl y Sieverding, 2004; Schüßler y Walker, 2010; Sieverding y Oehl, 2006) es la siguiente:

Phylum Glomeromycota

Subphylum Glomeromycotina

Clase Glomeromycetes

Orden Glomerales

Familia Glomeraceae

Familia Claroideglomeraceae

Orden Diversisporales

Familia Diversisporaceae

Familia Acaulosporaceae

Familia Entrophosporaceae

Familia Pacisporaceae

Orden Gigasporales

Familia Gigasporaceae

Familia Scutellosporaceae

Familia Racocetraceae

Familia Dentiscutataceae

Clase Paraglomeromycetes

Orden Paraglomerales

Familia Paraglomeraceae

Clase Archaeosporomycetes

Orden Archaeosporales

Familia Archaeosporaceae

Familia Ambisporaceae

Familia Geosiphonaceae

2.2.7. Descripción de género de HMA

La taxonomía de los Glomales, así como la de otros grupos de hongos, se han basado en el estudio de las características morfológicas a partir del color, forma y tamaño;

permitiendo agrupar los diferentes hongos en la naturaleza (Salmerón-Santiago, et al. 2015).

Glomus: Las hifas fúngicas se diferencian dando lugar a los arbúsculos, formaciones dicotómicas con apariencia de un pequeño árbol, con troncos cilíndricos, los cuales se afilan hacia las extremidades, las vesículas, son generalmente de paredes delgadas y elipsoides. Las hifas que son constituidas superficialmente en la raíz son las hifas supraradical, las hifas que se extienden de manera radial alrededor de la raíz hospedera son hifas extraradicales pues dan al suelo estabilidad física, química y biológica, los puntos de entrada que es el lugar origen de donde parte una hifa para colonizar la célula, tras la formación de una estructura, el hongo penetra en la raíz y se extiende en la misma, estos se encuentran en la superficie de la raíz, generalmente, la colonización más vieja consta de una hifa principal y presenta abundantes vesículas, la tinción con azul de metileno es muy intensa (Castillo 2009).

Entrophospora: Globosa, opaca, de superficie lisa, entre 90-120 micras de diámetro, de color oliva pálido al estereoscopio, y amarillo-oliva al microscopio. Posee tres grupos de paredes: La más externa es membranosa, transparente, de menos de 1 micra de espesor. Se

continúa con el sáculo, por lo que es más evidente verla cuando se aísla la espora con este. La segunda pared es laminada, de 2 a 4 micras de espesor, de color amarillo. La pared más interna es transparente, delgada y se aprecia cuando se desprende de la laminada al escachar la espora (Peña et al., 2006).

Acaulospora: (Del griego “sin cauda”) estas se forman en una hifa suspensoria de un saco esporógeno que es una hifa terminal dilatada dos veces más grande que la espora y con una pared relativamente delgada. Las esporas se encuentran solitarias en el suelo o algunas veces con las raíces, ó en esporocarpios que pueden alcanzar hasta varios centímetros de longitud. Las esporas son compuestas por distintos grupos de paredes separables; la externa es continua con la pared de la columna suspensoria, puede estar pigmentada, laminada con diversas ornamentaciones; la interna puede estar compuesta por una ó más capas membranosas, hilianas, puede ser laminada, ornamentada con poros, espinas, papilas o retículas que se tiñen de color rosado, rojo o púrpura al ser trasladada respectivamente al reactivo de Melzer (Tejena, 2011).

Archaeospora: Fácilmente se observan cuatro paredes: Una pared externa, de superficie irregular, mayor de 6 micras de espesor. Existe una segunda pared, que no se diferencia claramente de la pared externa, pero que se evidencia por ser la que se extiende hacia el pedicelo, ornamentada con una superficie de protuberancias convexas como pequeñas ampollas. La pared interna es, laminada, de color hialino, ornamentada con depresiones cóncavas redondas de 2 micras que se distinguen más fácilmente que las protuberancias de la pared anterior, seguida de una pared más interna (Peña et al. 2006).

Gigaspora: Globosa, grande, de 200 a 240 micras de diámetro, opaca, de color amarillo pálido a amarillo. Paredes de la espora: se distinguen dos paredes que forman un único grupo: una externa, laminada con color de 5 micras de espesor, y una pared interna más clara, rígida de 2 micras de espesor. Célula suspensoria: con forma de perilla, de 60 micras de

largo por 40 de su parte más ancha. El punto de conexión con la espora es de 8 micras. La pared de la célula suspensoria está formada por la continuación de las dos paredes de la espora. Hacia la parte más distal la pared interna se adelgaza, quedando solo la externa que se prolonga hacia la hifa. La pared de la hifa es de 2 micras de espesor. El ancho total de la hifa es de 14 micras de espesor (Peña et al. 2006).

Scutellospora: Espora: Globosa, de 120 a 280 micras de diámetro, transparente a amarillo pálido. Paredes de la espora: Presenta dos grupos de paredes: el grupo externo está formado por una pared hiliar externa, seguida por una pared laminada, transparente a amarillo pálido, de 4 micras de espesor. Al microscopio con contraste de interferencia, aparece la superficie levemente ondulada, simulando una ornamentación muy sutil. Sin embargo, esta característica no ha podido ser verificada como una ornamentación verdadera, pudiendo ser el efecto del juego de lentes y luz. El grupo de paredes internas está formado por aproximadamente 3 capas de paredes membranosas, transparentes, delgada, que tienden a arrugarse. Célula suspensoria: En forma de perilla, de 25-35 micras de ancho, pared delgada, transparente, que se continúa con una hifa igualmente transparente y delgada que puede o no presentar septos (Peña et al. 2006).

Ambispora: Espora: Globosa, de 150 a 250 micras de diámetro, transparente a amarillo pálido. Paredes de la espora: Presenta tres grupos de paredes gruesas, internas flexibles, sin perlas en la pared interna. Paredes un poco flexibles como una bomba de aire. Sin presencia de hifa de conexión, a cambio hay presencia de sáculo o remanentes. Con presencia de hifa de conexión, presencia de tallo. Esporas solitarias (Peña et al. 2006).

2.2.8. Factores que afectan la formación y funcionamiento de las micorrizas arbusculares

La efectividad de los hongos formadores de micorrizas arbusculares bajo condiciones de campo están determinados por: las condiciones físico-químicas del suelo (pH, contenido de fósforo, aireación, textura y contenido de materia orgánica), condiciones climáticas

(intensidad y duración de luz, temperatura, humedad, épocas de lluvias y épocas secas) y por las practicas agronómicas (preparación del terreno, aplicación de pesticidas y prácticas culturales) (González, 1996).

La presencia de uno u otro tipo de micorriza en una determinada área, parece estar relacionada en todo caso con la latitud, altitud, la composición florística y el tipo de suelo en particular, en lo relativo a pH, fósforo, materia orgánica y disponibilidad de nutrientes. Por lo tanto, el desarrollo de la micorriza se puede ver afectado por el comportamiento de variables ambientales como los factores abióticos (propiedades físico-químicas del suelo, variaciones climáticas) y factores bióticos (tipo de comunidad vegetal, condiciones fisiológicas de la planta hospedera, interacciones con otros organismos, prácticas antrópicas) (Dodd y Thompson, 1994). De igual manera, las interacciones entre las micorrizas arbusculares (MA) y la fauna del suelo también afectan de manera importante el comportamiento ecológico de la micorriza, donde micro artrópodos y nemátodos fungívoros se alimentan de las hifas externas del micelio micorrícico (Fitter y Garbaye, 1994).

2.2.9. *Influencia de la temperatura en la micorrización*

Respecto a la temperatura adecuada para la eficiente colonización, presenta un amplio rango de 18°C a 40°C, con un óptimo cercano a los 30°C. Se ha demostrado que la combinación humedad - temperatura es la que presenta mayores consecuencias en el proceso. Cambios drásticos en la temperatura, que se producen durante la quema de bosques o siembra de cultivos que requieren inundación, podrían estar afectando la diversidad de HFMA (Romero, 2015, p.26).

2.2.10. *Aplicación de micorrizas arbusculares*

Las poblaciones naturales de HMA son a veces insuficientes o ineficientes para que se dé una buena simbiosis; esto afecta negativamente al desarrollo de los cultivos; por ello es

que se pueden incrementar estos hongos, mediante la producción de inóculos nativos de un determinado suelo, o también se han aplicado hongos que sin ser nativos han resultado ser eficientes y competitivos. De estas dos prácticas, se prefiere el manejo agro cultural de los hongos nativos y no la introducción de hongos exóticos, pues estos últimos no están adaptados a las condiciones edáficas de un ecosistema en particular (García, 2021). Existen algunas condiciones para que se pueda dar la colonización de micorrizas García (2021) menciona las siguientes:

- Las plantas requieren altas cantidades de fósforo.
- La concentración de fósforo disponible es baja.
- La población de HMA nativa del suelo es escasa, poco agresiva e ineficaz,

como ocurre en suelos erosionados, degradados o contaminados.

- Se ha realizado un manejo intensivo de fungicidas.
- La especie vegetal depende de la asociación micorrízica. Algunas especies

tienen una alta dependencia micorrízica, mientras que otras tienen baja dependencia y algunas son independientes de esta asociación.

2.3. Definición de términos básicos

Micorrizas:

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualista de diversos tipos que se establecen entre ciertos hongos del suelo y las raíces de una planta (Gómez *et al.*, 2007, p.3)

Microorganismo:

Los microorganismos son los componentes más importantes del suelo. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La diversidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumple funciones

determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan (Delgado, 2008, p.23).

Hongos:

Los hongos permitieron mayor capacidad de propagación de plantas madre y del mismo modo se observaron efectos significativos en el crecimiento y la nutrición de las plantas hija unidas a plantas madre inoculadas (Alarcón et al., 2000, p.18).

Inoculación:

Es el proceso de aplicar un sustrato que contenga estructuras infectivas (esporas, hifas, raíces infectadas) alrededor del sistema radical de la planta, con el fin de lograr la colonización de las raíces (García, 2022, p.36).

Simbiosis:

La asociación simbiótica es el intercambio de nutrientes. Por un lado, la planta le da al hongo carbono adquirido vía fotosintética y por otro, el hongo ofrece principalmente nitrógeno y fósforo. (Smith-Read, 2010, p.3).

Parcela forestal:

Los rodales forestales establecidos mediante la plantación o siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Pueden incluir especies exóticas (todos rodales plantados) o por rodales de especies nativas (Cerón, 2021, p.29)

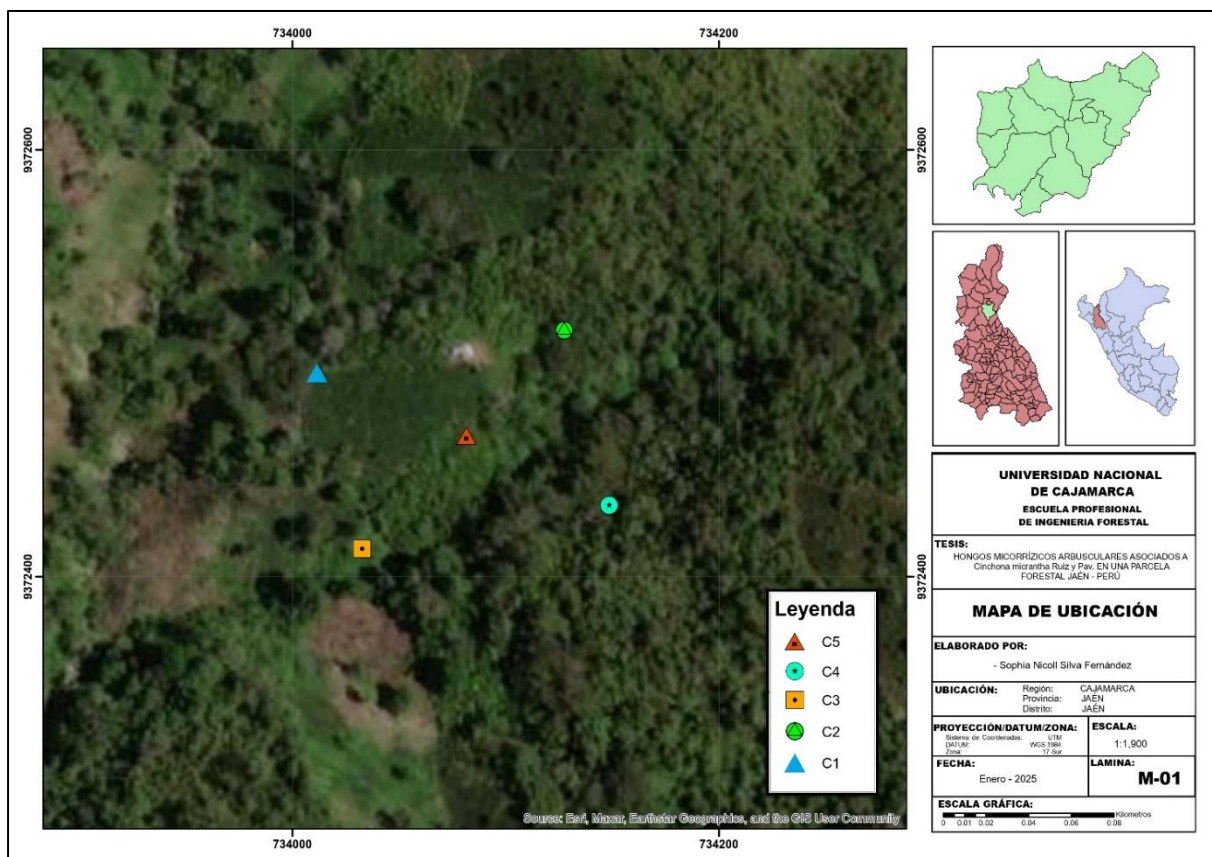
CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en una parcela forestal manejada, ubicada en el centro poblado La Cascarilla cuyas coordenadas UTM son 0728564 este y 9372902 norte, provincia de Jaén del Departamento de Cajamarca”, el ámbito de intervención del presente proyecto de investigación está entre los 1700 a 1800 msnm. Presenta un clima húmedo con una precipitación media anual de 131 mm siendo más bajo en el mes de agosto y con mayor precipitación el mes de marzo; y la humedad relativa es de 70 a 80 %.

Figura 4
Ubicación del área de estudio.



3.2. Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación es de diseño no experimental, de tipo descriptivo y un enfoque cuantitativo. No se pueden manipular las variables, los datos a reunir se obtuvieron de una parcela forestal manejada. La investigación no experimental es la que se realiza sin manipular deliberadamente variables; lo que se hace en este tipo de investigación es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (Hernández, 2003).

Los diseños transeccionales descriptivos tienen como objetivo indagar la incidencia y los valores en lo que se manifiestan una o más variables dentro del enfoque cuantitativo (Hernández, 2003, p. 273). El procedimiento consiste en medir o ubicar a un grupo de personas, objetos, situaciones, contextos, fenómenos en una variable o concepto y proporcionar su descripción (Hernández, 2003).

3.2.1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensión de la variable	Indicador	Instrumento
Géneros de Hongos Micorrizicos	Diversidad en morfotipos	Esporas	Ficha de recolección de datos de campo y laboratorio
	Raíces colonizadas	Vesículas, hifas, esporas	
	Presencia de micorrizas en suelo	Densidad	
<i>Cinchona micrantha</i> en una parcela forestal Jaén – Perú.	Presencia de micorrizas en biomasa de la planta	Infectividad y colonización	

3.2.2. Unidad de análisis

Población: Para el estudio de población se consideró un universo de 70 árboles el cual se encuentra dentro del centro poblado La Cascarilla, distrito Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Conformada por la especie forestal *Cinchona micrantha*.

Muestra: Las muestras fueron tomadas de cinco arboles de la especie en estudio, tomando de cada una aproximadamente 1.0 kg de suelo y una porción de raíces, a una profundidad de 0 – 20 cm.

Muestreo: se aplicó un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia ya que cualquiera de los 70 árboles que conformaban la población podían ser consideradas para la muestra.

3.2.3. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuente de los datos:

La fuente de datos empleada en esta investigación son datos primarios ya que se han obtenido a partir del análisis realizado en campo y laboratorio.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Se empleó como técnica la observación directa con presencia del investigador y se empleó como instrumento la ficha de recolección de datos para el registro de datos en campo y en laboratorio (Anexo 3 y 4).

3.2.4. Validación por expertos y prueba de confiabilidad de los instrumentos

El estudio se fundamenta en la metodología, la ficha de recolección de datos de campo y laboratorio fueron refrendada a través de la validación de expertos en microbiología que indican que el instrumento utilizado es apto para su aplicación. Los instrumentos utilizados no necesitan prueba estadística de confiabilidad, por ser formatos de recolección de datos tipo fichas guías no estructurado.

3.2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos generados en esta investigación fueron procesados y analizados mediante técnicas de estadística descriptiva, estos datos fueron analizados con el paquete Excel del

software Microsoft office 2022 mediante los cuales se obtuvo tablas y gráficos para la fácil interpretación y presentación de los mismos.

3.2.6. Aspectos éticos a considerar

Se consideraron los principios éticos de la investigación del código de ética de la investigación de la Universidad Nacional de Cajamarca, los cuales fueron:

Protección de la persona: Debe respetarse la dignidad humana, la libertad, la identidad, la diversidad, el derecho a la autodeterminación informativa, la confidencialidad, así como la privacidad de las personas implicadas en el proceso de investigación

Consentimiento notificado y expreso: En toda la investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica, a través de la cual las personas o titulares de los datos, consienten el uso de su información para los fines específicos de la investigación.

Cuidado al medio ambiente y el respeto a la biodiversidad: Cada investigación realizada por los investigadores, alumnos, autoridades y personal administrativo de la UNC, debe evitar acciones lesivas a la naturaleza y a la biodiversidad, esto implica comprender la integralidad del sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos culturales y estéticos que interactúan entre sí, con los individuos y con la comunidad en la que viven en busca de la conservación racional y sostenible de los recursos. Específicamente, implica el respeto de todas y cada una de las especies de seres vivos, así como a la diversidad genética.

Responsabilidad, rigor científico y veracidad: Los investigadores, estudiantes, autoridades y personal administrativo de la UNC, actuarán con responsabilidad en relación con la pertinencia, los alcances y las repercusiones de la investigación, tanto a nivel individual e institucional como social.

Los investigadores, estudiantes, autoridades y personal administrativo de la UNC, procederán con el rigor científico, asegurando la validez, la fiabilidad y credibilidad de sus métodos, fuentes y datos

Al mismo tiempo, deberán garantizar un estricto apego a la veracidad de la investigación en todas las etapas del proceso, desde la formulación del problema hasta la interpretación y la comunicación de los resultados.

3.2.7. Presentación de la información

Para la redacción, afianzamiento y presentación del informe final, los datos se trabajaron en una hoja de cálculo (Excel) para crear tablas y gráficos; y en un documento de texto (Word) para redactar el informe de investigación, realizar los análisis e interpretar los resultados. Tras obtener los resultados y realizar su análisis correspondiente, se elaboró el informe final de tesis, conforme a lo estipulado en el Protocolo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, se siguió la norma de redacción APA 7ª Edición.

3.3. Materiales y procedimiento

3.3.1. Materiales

Material biológico

Muestras de suelo rizosférico de la especie forestal *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav..

Material de campo

Botas, libreta de campo, lápiz y lapicero

Materiales de laboratorio

Reactivos. Peróxido de hidrógeno al 10%, azul de tripano 1%, azúcar 70 %, hidróxido de potasio, ácido clorhídrico, agua destilada.

Material de vidrio. Laminillas porta y cubre objetos, cajas Petri, agujas de disección, tubos de ensayo, tamiz, vasos de precipitados.

Herramientas

Pala, Pico, Barreta, Machete, tijera telescópica.

Equipos: Cámara fotográfica, GPS, juego de tamices n° (63 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 4000 μm), estereoscopio, centrifuga, jeringa para sacarosa, microscopio compuesto, refrigeradora, balanza analítica.

3.3.2. Procedimiento

a. Trabajo de campo

Delimitación de área de estudio

Se delimitó una parcela cuadrangular de 1 ha de una plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav., para esto se empleó paja rafia para delimitar la parcela, se tomó coordenadas de los vértices de la parcela delimitada con un navegador GPS

Muestreo de suelos

Del área seleccionada se recolectó muestras del suelo de los cinco árboles, asimismo del material recolectado se extrajo cinco muestras por cada uno de los cinco árboles de la parcela e igualmente se seleccionó 1 kg de suelo de los cinco árboles por las cinco repeticiones para procesarlo en laboratorio.

Recolección de muestras de suelo y raíces en los puntos de muestreo

Las muestras de suelo y raíces fueron tomadas de la rizosfera de cinco árboles de la especie forestal, para luego mezclar homogéneamente y separarlas aproximadamente 1000 g de suelo y una porción de raíces, la profundidad de muestreo es de 0 – 20 cm; estas muestras

fueron trasladadas al laboratorio de Genética y Cultivo de Tejidos Vegetales de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén, para su respectiva evaluación.

b. Trabajo de laboratorio

Para obtener las esporas de los hongos micorrízicos se utilizó con algunas modificaciones la técnica de Aguilar-Ulloa *et. al.* (2016), para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- Se pesó 100 g de suelo y se dejó en remojo en agua durante 30 minutos, luego se agitó fuertemente y se vertió sobre los tamices del mayor al menor tamaño de poros.
- Se colocó la fracción más fina en tubos de centrifuga y con la ayuda de una jeringa se agregó sacarosa 70% (p/v).
- Se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos. Luego se procedió a retirar los tubos de la centrifuga, cuidando de no romper la interfase agua –sacarosa.
- En un microscopio óptico se realizó el conteo e identificación de las esporas micorrícicas, tomando como base el tamaño y las características externas.

Evaluación morfológica de las esporas

En un microscopio compuesto binocular se observó las estructuras encontradas para definir los morfotipos (Álvarez-Manjarrez, et al. 2021). Los morfotipos se clasificaron por color, tamaño y forma de accesorios. A cada morfotipo se le asignó un número y se registró sus principales características.

La evaluación de todas estas características se realizó de acuerdo a las claves indicadas en el libro Metodologías básicas para el trabajo con micorriza arbuscular y hongos formadores de micorriza arbuscular de Sánchez de Prager et al. (2010).

Tinción de raíces

- Las raíces frescas contenidas en el suelo de cada uno de los lugares de evaluación se lavaron con abundante agua.
- Se cubrieron las raíces con solución KOH al 10%
- Las raíces que estaban en la solución de KOH al 10 % se colocó en baño de María (90°C) durante un tiempo de 10 a 15 minutos.
- Luego se lavó con agua corriente las raíces, y se utilizó un tamiz adecuado para evitar pérdidas durante el enjuague
- La solución fresca de KOH al 10% y H₂O₂ al 10% se mezcló en proporción 1:1 (V/V). Dependiendo el tipo de raíz, se dejó de 5 a 10 minutos.
- Se lavó las raíces con agua corriente.
- Se acidificó con una solución de HCL al 1N durante 10 minutos.
- Se retiró el colorante y guardamos en un recipiente.
- Se lavó las raíces en agua destilada y dejamos en reposo por 12 horas para eliminar el exceso de colorante.
- Se montó entre porta y cubreobjetos, 5 raíces de más o menos 1 cm de largo cada una.
- Se observó en el microscopio.

Determinación del porcentaje de colonización

- Montaje en portaobjetos: Se colocaron las raíces aclaradas y teñidas en cajas de Petri con suficiente lactoglicerol. En un portaobjetos y con agujas de disección, se colocó 5 segmentos de aproximadamente 1 cm, en forma paralela.

- Al revisar un campo óptico donde se encontró un segmento que contiene hifas, vesículas y/o arbuscúlos, independientemente de la intensidad de la micorrización se dio el valor de 1 para la evaluación total y por su estructura.

- El porcentaje de colonización endomicorrítica por estructuras y total, se obtuvieron mediante las siguiente formula:

$$\textit{Porcentaje de colonización total} = \frac{\textit{\# de segmentos colonizados}}{\textit{\# de segmentos totales}} * 100$$

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Número de esporas por 100 gramos de suelo de hongos micorrízicos arbusculares

HMA

Tabla 2

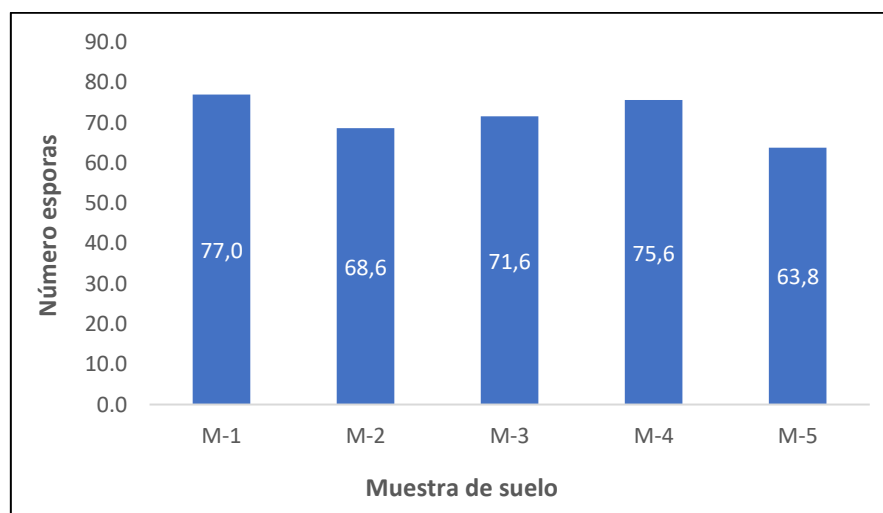
Numero de esporas en 1g de suelo de 5 árboles de la plantación forestal de Cinchona micrantha Ruiz y Pav

Lugar de Muestreo	Muestra	Recuento de esporas en 1g de suelo					Promedio de esporas en 1g de suelo	Total, de esporas en 100 g de suelo	Promedio total de esporas en 100 g de suelo
		1	2	3	4	5			
C.P. La Cascarilla	M-1	73	63	83	82	84	77,0	7700	7132
	M-2	72	59	75	64	73	68,6	6860	
	M-3	64	81	59	74	80	71,6	7160	
	M-4	71	60	84	79	84	75,6	7560	
	M-5	70	50	57	64	78	63,8	6380	

En la tabla 2 se presenta el conteo de esporas de 5 árboles de las cuales se han realizado 5 muestras por cada árbol ubicada en una parcela de plantación manejada de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav., en el Centro Poblado La Cascarilla, la muestra M-1 es la que presenta mayor promedio con 77,0 esporas en cada gramo de suelo estudiado y en la muestra M-5 se encontró el menor promedio con 63,8 esporas por cada gramo de suelo analizado (Figura 5).

Figura 5

Promedio de esporas en 1g de suelo por cada muestra analizada



En la figura 5 se muestra el promedio de esporas en 1 gramo de suelo donde se observa que se puede encontrar un promedio de 63,8 y 77,0 esporas por muestra. En suelo de *Cinchona micrantha*

4.1.2. Identificación de género de micorrizas en el suelo de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav.

Tabla 3

Identificación de micorrizas por comparación de formas encontradas en el suelo de la plantación de Cinchona micrantha Ruiz y Pav

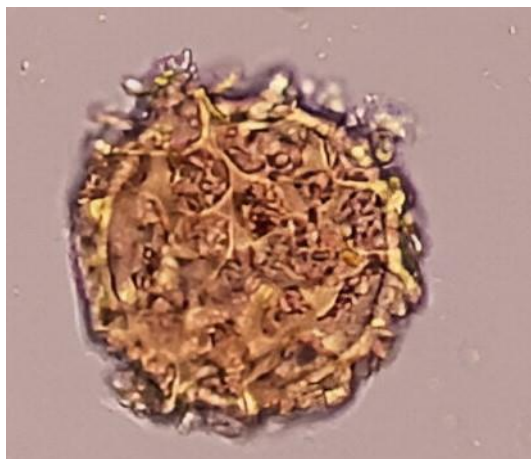
Suelo	Familia	Genero	Morfotipo
Plantación de <i>Cinchona micrantha</i>	Glomeromycota		No identificado
		Glomus	Glomerales sp1.
		Glomus	Glomerales sp2.
		Glomus	Glomerales sp3.
		Glomus	Glomerales sp4.
		Glomus	Glomerales sp5.
		Glomus	Glomerales sp6.
	Ambisporaceae	Ambispora	Ambispora sp1.
	Acaulosporaceae	Acaulospora	Acaulospora sp1.

En la tabla 4 se observa la identificación de micorrizas, utilizando una tabla de claves de Sánchez de Prager et al. (2010), a partir de características de las formas encontradas en el suelo de la plantación evaluada en esta investigación, es así que se identificaron 09 morfotipos distintos, de los cuales son similares 6 al género *Glomus*, 1 al género *Ambispora*, 1 al género *Acaulospora* y 1 un morfotipo no identificado.

Figura 6

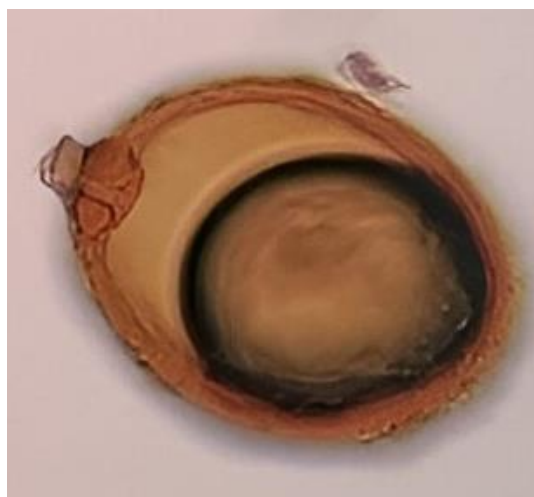
Clasificación morfometica de esporas en el suelo de la plantación de Cinchona micrantha Ruiz y Pav.

Figura 6.1.



Nota. La imagen tomada a vista del microscopio 40 X, nótese que presenta forma globosa, color amarillo cremoso, no tiene conexión de hifa, diámetro de 50 μm ; genero no identificado.

Figura 6.2.



Nota. La imagen tomada a vista del microscopio 40 X, presenta características similares al género *Glomus*; nótese que presenta forma globosa, color amarillo

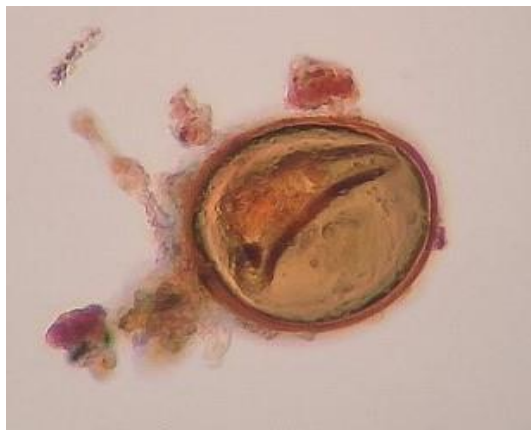
cafetoso, dos paredes, si tiene conexión de hifa, sin bulbo, tiene un diámetro de 50 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Glomeraceae.

Figura 6.3.



Nota. La imagen tomada a vista del microscopio 40 X, presenta forma globosa, color amarillo cremoso, tres paredes, no tiene conexión de hifa, tiene un diámetro de 150 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Ambisporaceae, nótese las características similares al género Ambispora

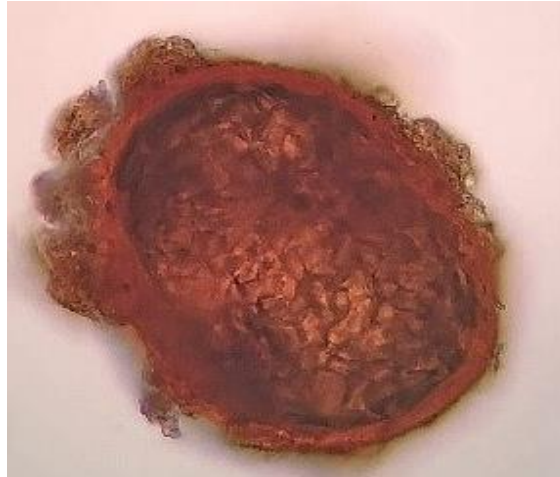
Figura 6.4.



Nota. La imagen tomada a vista del microscopio 40 X, presenta forma globosa, con una ligera depresión o hendidura visible en el centro, color amarillo cafetoso, dos paredes, si tiene conexión de hifa, sin bulbo, tiene un diámetro de 60 μm ubicándose

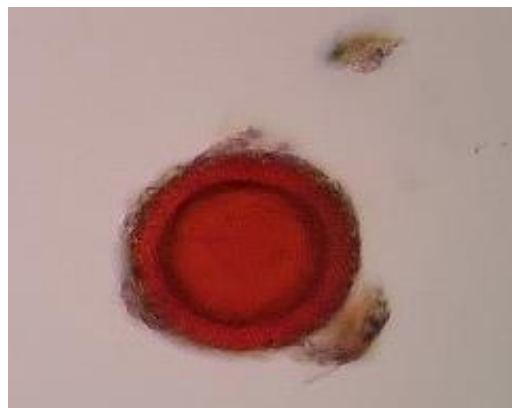
dentro del rango característico de la familia Glomeraceae, nótese las características similares al género *Glomus*.

Figura 6.5.



Nota. La imagen tomada a vista en el microscopio a 40 X, presenta forma globosa, espora desarreglada, color pardo, dos paredes, no tiene conexión de hifa, tiene un diámetro de 120 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Glomeraceae, del Grupo Ab; nótese las características similares al género *Glomus*

Figura 6.6.



Nota. La imagen tomada a vista en el microscopio a 40 X, presenta forma globosa, color pardo, dos paredes (capa externa gruesa y capa interna más delgada), no tiene

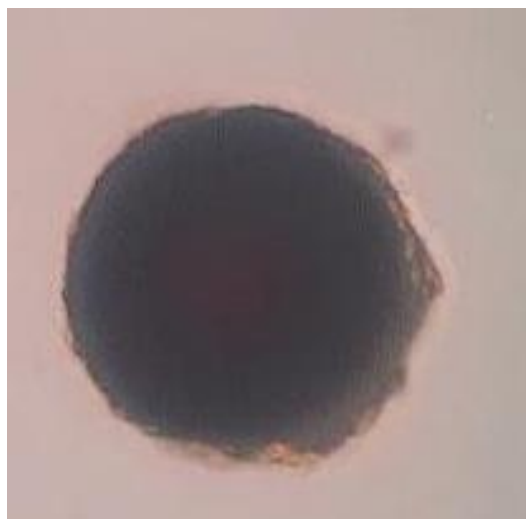
conexión de hifa, tiene un diámetro de 50 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Glomeraceae, nótese las características similares al género *Glomus*.

Figura 6.7.



Nota. La imagen tomada a vista en el microscopio a 40 X, presenta forma redondeada, color marrón claro, dos paredes (capa externa gruesa y capa interna más delgada), no tiene conexión de hifa, tiene un diámetro de 70 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Acaulospora, nótese las características similares al género *Acaulosporaceae*

Figura 6.8.



Nota. La imagen tomada a vista en el microscopio a 40 X, presenta forma globosa, color pardo, pared externa media ornamentada, no tiene conexión de hifa, tiene un diámetro de 60 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Glomeraceae, nótese las características similares al género *Glomus*

Figura 6.9.



Nota. La imagen tomada a vista en el microscopio a 40 X, presenta forma globosa, color pardo, dos paredes, no tiene conexión de hifa, tiene un diámetro de 130 μm ubicándose dentro del rango característico de la familia Glomeraceae, nótese las características similares al género *Glomus*

4.1.3. Colonización en las raíces de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav

Figura 7

Hongos micorrizicos encontramos en las raíces de la Cinchona micrantha Ruiz y Pav

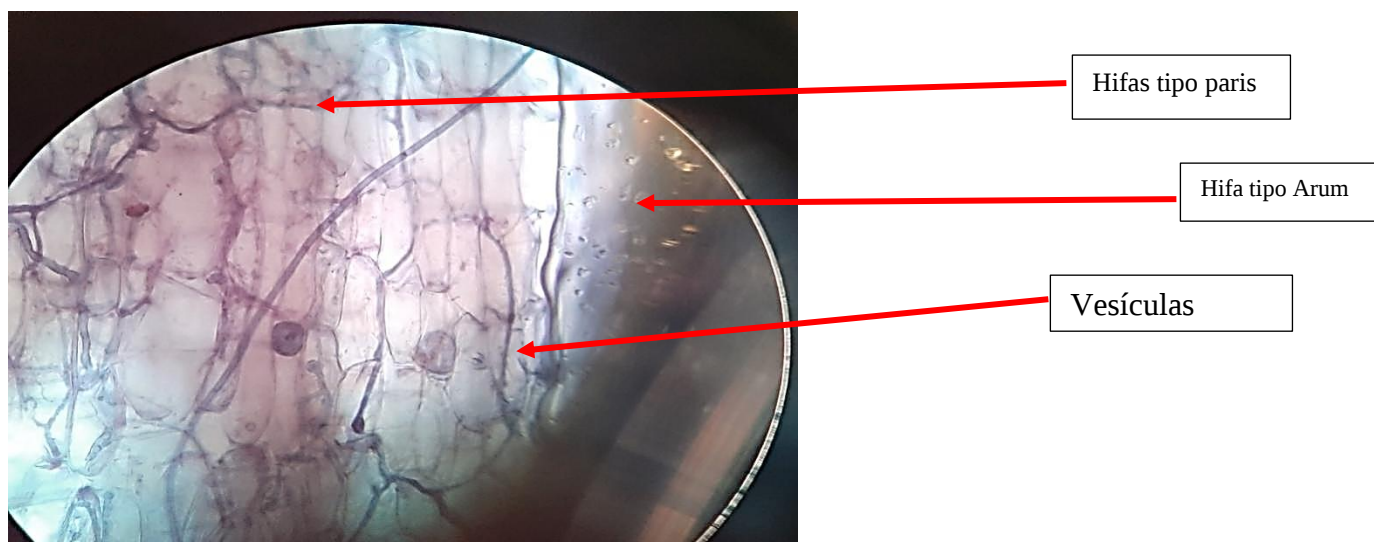


Tabla 4

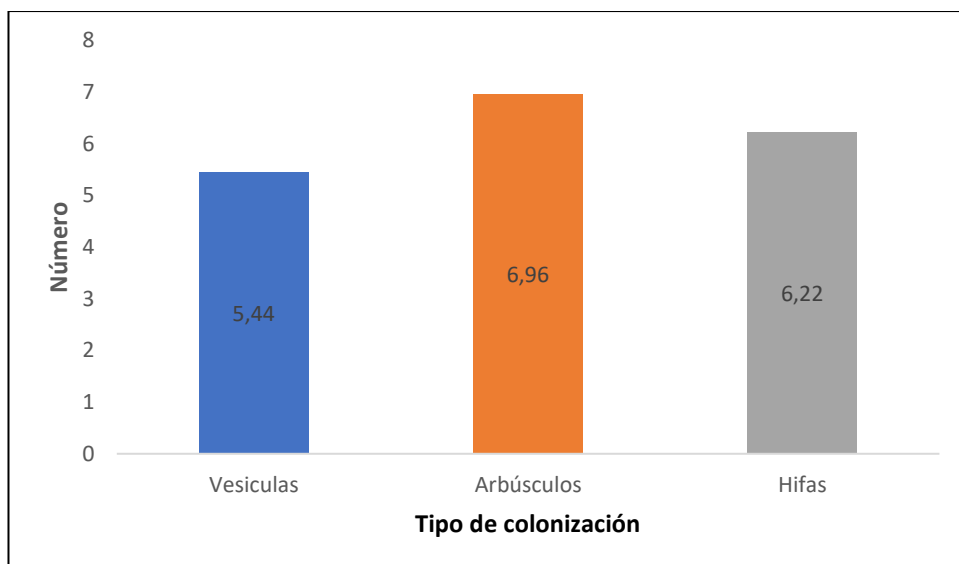
Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 1

M-1	Vesículas (#)	Arbuscúlos (#)	Hifas (#)
R1	5,4	6,0	5,6
R2	4,2	7,0	6,2
R3	5,4	7,2	6,0
R4	4,6	7,2	6,6
R5	5,0	8,4	6,6
R6	5,2	7,6	6,4
R7	7,0	7,2	5,6
R8	5,6	6,4	5,8
R9	7,0	5,4	6,6
R10	5,0	6,8	6,8
Promedio	5,44	6,96	6,22

Nota. En la tabla 4 se presenta los resultados de la colonización obtenidas de la muestra 1, esta muestra se dividió en 10 repeticiones, observando que en esta muestra se identificaron un promedio de 5,44 vesículas, 6,96 arbuscúlos y 6,22 hifas.

Figura 8

Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 1



Nota. En la figura 8 se presenta un gráfico donde se observa la comparación de la colonización de hifa, vesículas y arbúsculos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de la muestra 1 evaluado en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbúsculos, en menor cantidad a nivel de hifas y por último en vesículas.

Tabla 5

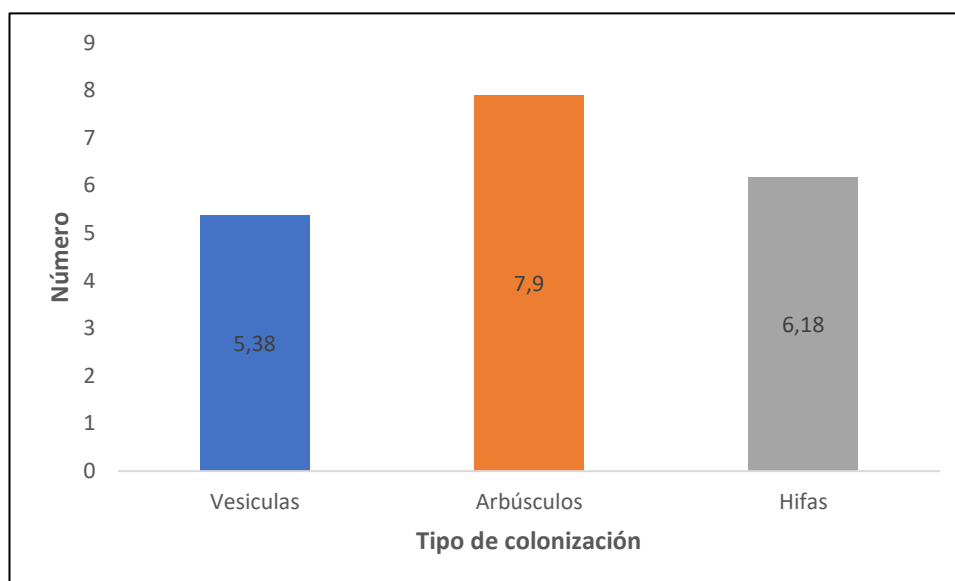
Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 2

M-2	Vesículas (#)	Arbúsculos (#)	Hifas (#)
R1	3,4	9,0	4,8
R2	6,8	8,6	5,0
R3	4,6	7,6	6,4
R4	4,2	10,0	7,4
R5	5,0	7,4	5,6
R6	7,0	7,8	7,4
R7	6,0	7,4	7,0
R8	6,0	7,0	6,4
R9	5,4	6,8	5,4
R10	5,4	7,4	6,4
Promedio	5,38	7,9	6,18

Nota. En la tabla 5 se presenta los resultados de la colonización obtenidas de la muestra 2, donde se aprecia que en promedio en 10 evaluaciones se pudo observar 5,38 vesículas, 7,9 arbúsculos y 6,18 hifas.

Figura 9

Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 2



Nota. En la figura 9 se observa la comparación de la colonización de hifa, vesículas y arbuscúlos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de la muestra 2 evaluado en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbuscúlos.

Tabla 6

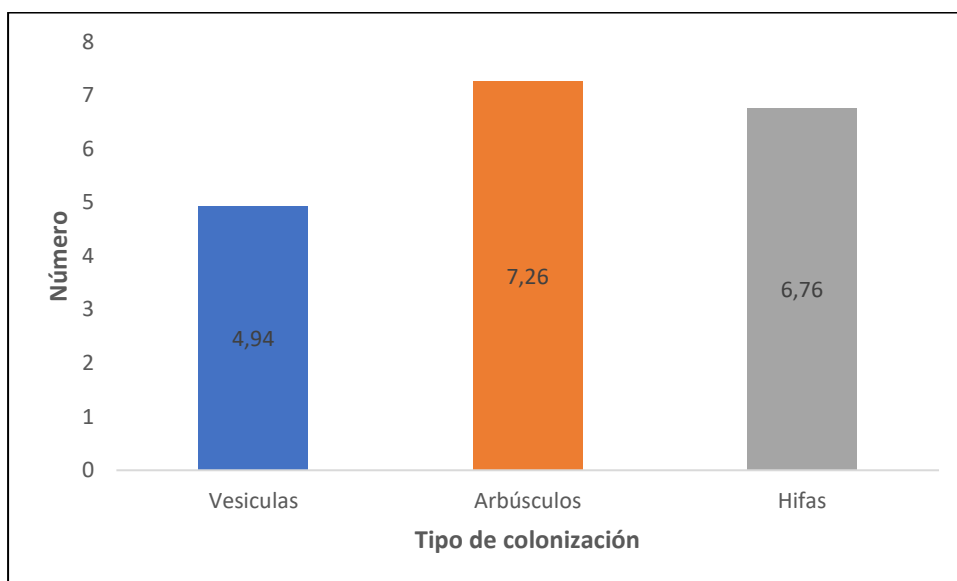
Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 3

M-3	Vesículas (#)	Arbuscúlos (#)	Hifas (#)
R1	3,6	7,8	6,6
R2	3,6	7,6	6,4
R3	5,0	6,0	7,0
R4	4,8	7,0	8,0
R5	3,4	6,2	5,4
R6	5,8	6,8	8,2
R7	4,2	8,0	5,0
R8	6,8	7,8	8,0
R9	7,4	8,8	5,8
R10	4,8	6,6	7,2
Promedio	4,94	7,26	6,76

Nota. En la tabla 6 se presenta los resultados de la obtenidos en la muestra 3, donde se aprecia que, a partir de 10 repeticiones de esta muestra, se obtuvo en promedio 4,94 vesículas, 7,26 arbuscúlos y 6,76 hifas.

Figura 10

Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 3



Nota. En la figura 10 se observa la comparación de la colonización de hifa, vesículas y arbuscúlos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de la muestra 3 evaluado en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbuscúlos.

Tabla 7

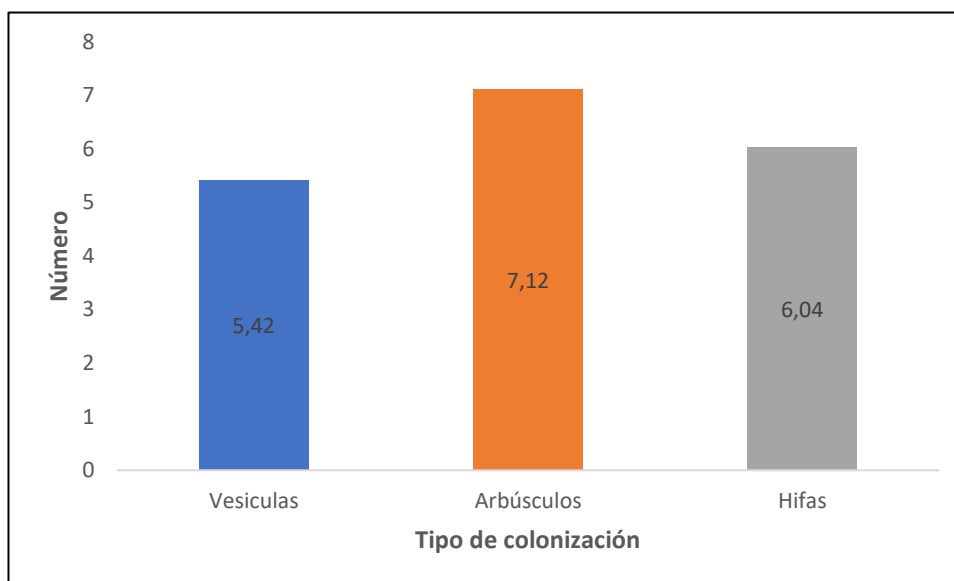
Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 4

M-4	Vesículas (#)	Arbuscúlos (#)	Hifas (#)
R1	6,2	7,6	6,2
R2	5,4	6,6	5,6
R3	4,4	8,0	6,4
R4	5,8	7,4	6,0
R5	4,4	8,8	6,2
R6	5,4	6,0	4,8
R7	5,2	7,0	5,8
R8	6,8	7,2	6,8
R9	5,0	6,2	7,0
R10	5,6	6,4	5,6
Promedio	5,42	7,12	6,04

Nota. En la tabla 7 se presenta los resultados de la colonización identificados en la muestra 4, donde se aprecia que a partir de 10 repeticiones en promedio se pudo observar 5,42 vesículas, 7,12 arbuscúlos y 6,04 hifas.

Figura 11

Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 4



Nota. En la figura 11 se observa la comparación de la colonización de hifa, vesículas y arbuscúlos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de la muestra 4 evaluado en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbuscúlos.

Tabla 8

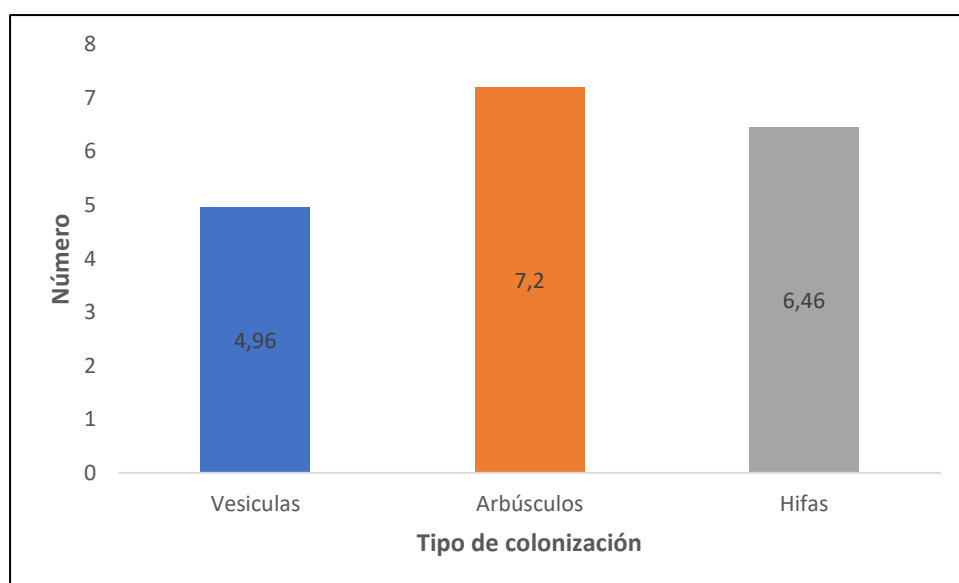
Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de la Muestra 5

M-5	Vesículas (#)	Arbuscúlos (#)	Hifas (#)
R1	3,6	7,0	5,6
R2	4,6	9,4	6,6
R3	5,2	6,4	5,4
R4	5,8	6,8	7,4
R5	5,2	7,2	7,8
R6	4,0	7,6	6,0
R7	5,2	7,4	6,8
R8	5,2	7,8	5,2
R9	4,8	5,8	7,4
R10	6,0	6,6	6,4
Promedio	4,96	7,2	6,46

Nota. En la tabla 8 se presenta los resultados de la colonización logrados en la muestra 5 y a partir de 10 repeticiones se observó en promedio 4,96 vesículas, 7,2 arbúsculos y 6,46 hifas.

Figura 12

Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos de la Muestra 5



Nota. En la figura 12 se observa la comparación de la colonización de hifa, vesículas y arbúsculos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de la muestra 5 evaluado en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbúsculos, en menor cantidad a nivel de hifas y por último en vesículas.

Tabla 9

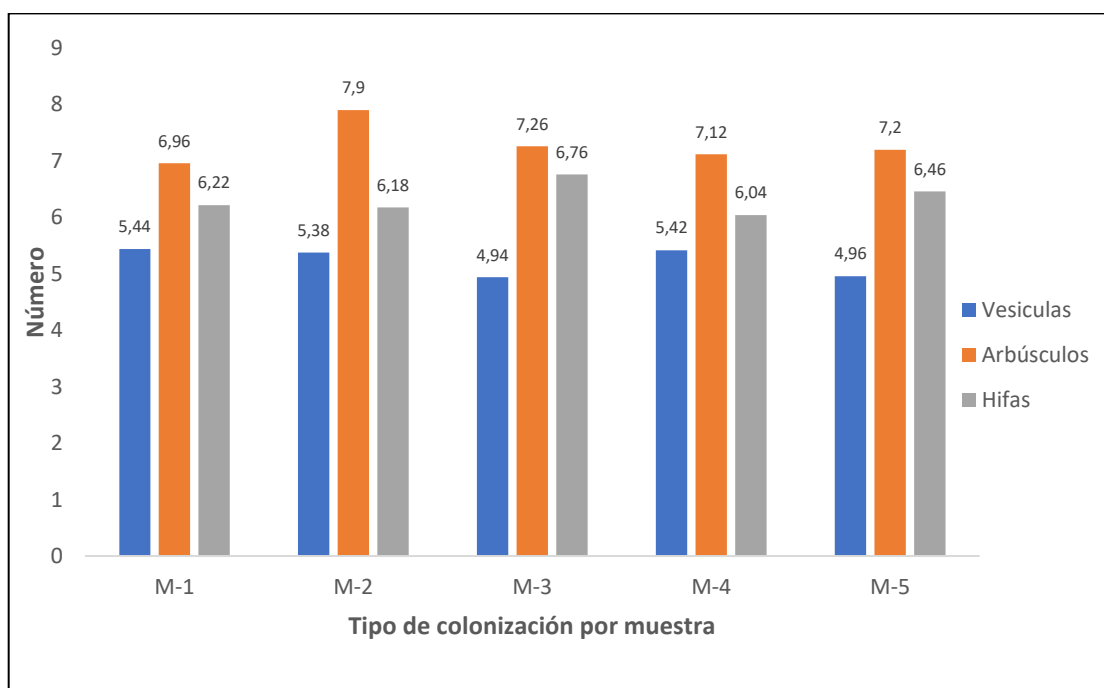
Colonización de hifas, vesículas y arbúsculos por muestra

Muestra	Vesículas (#)	Arbúsculos (#)	Hifas (#)
M-1	5,44	6,96	6,22
M-2	5,38	7,90	6,18
M-3	4,94	7,26	6,76
M-4	5,42	7,12	6,04
M-5	4,96	7,20	6,46
Promedio	5,23	7,29	6,33

Nota. En la tabla 9 se muestra el conteo de hifas, vesículas y arbuscúlos por las 5 muestras obtenidas en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, donde se obtuvo un promedio 5,23 de vesículas, 7,29 de arbuscúlos y 6,33 de hifas.

Figura 13

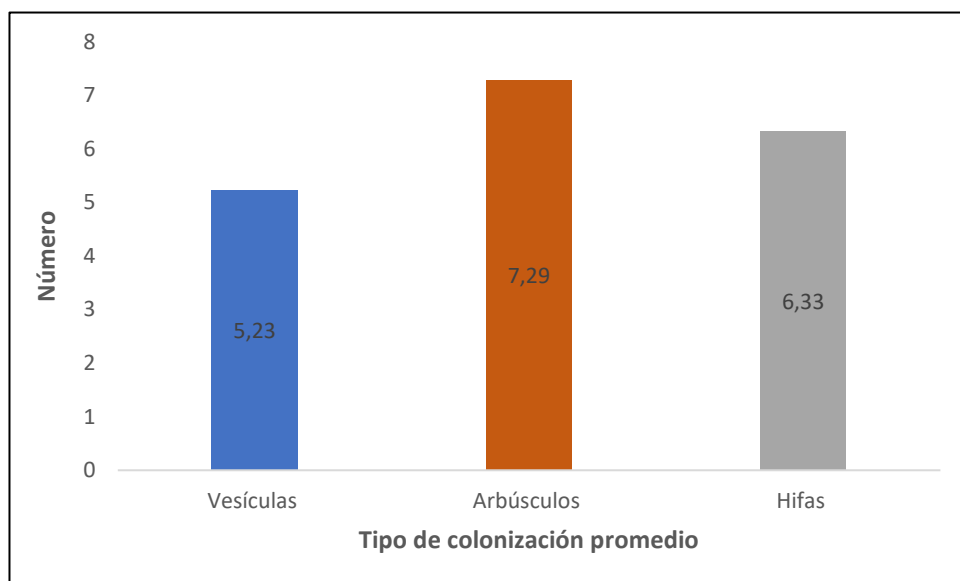
Colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos por muestra



Nota. En la figura 13 se observa la comparación de la colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de las 5 muestras evaluadas en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbuscúlos, seguido de hifas y por último de vesículas.

Figura 14

Promedio de colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos de las 5 muestras evaluadas.



Nota. En la figura 14 se observa el promedio de colonización de hifas, vesículas y arbuscúlos en las raíces de la plantación de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav, de las 5 muestras evaluadas en esta investigación, es así que se puede apreciar que la mayor colonización se presentó a nivel de arbuscúlos e hifas y menor presencia de vesículas.

Discusión

El Perú como parte de la cuenca amazónica, es uno de los países más megadiversos del mundo en los que se encuentra el género *Cinchona* desconociéndose algunas características importantes, en este caso nos referimos a *C. micrantha* aunque esta especie posee una corteza de baja calidad, su gran tamaño la convierte en una fuente importante de quinina que es un alcaloide natural, utilizado como antipalúdico en la emergencia actual (Maldonado et al., 2020) y en otros años ha sido muy usado como fármaco contra la malaria (Nakamatsu y Gil, 2018), por lo que se describe algunas características encontradas en la rizosfera de esta especie relacionados con la presencia de micorrizas, para asegurar que tipo de micorrizas presenta, relacionado a esporas (tabla 2), se encontró que presenta en promedio 7132, que es un alto porcentaje de esporas. Sin embargo, Belezaca *et al.* (2019), Meza *et al* (2017) y Arévalo y Lojan (2023) encontraron un promedio de 185, 120 y 100 esporas de hongos micorrícicos en 100 gramos de suelo asociado a especies vegetales como *Ochroma pyramidale*, *Cinchona officinalis*, respectivamente. Con respecto a las esporas, éstas son estructuras de reproducción, con resistencia para sobrevivir en el suelo durante muchos años, cuya germinación inicia un nuevo ciclo de la simbiosis. Tienen características propias y constituyen la única estructura externa que puede permitir el reconocimiento morfológico de las especies de HMA, pudiendo funcionar también como “propágulos”. Las esporas son producidas rápidamente en presencia de una planta hospedera, de manera que a los 4 o 6 meses son producidas miles de nuevas esporas del mismo tipo (Méndez, 2023).

En la presente investigación se identificaron 09 morfotipos de hongos micorrícicos arbusculares similares a las pertenecientes en la familia Glomeraceae, Acaulosporaceae Ambiosporaceae, para catalogarlos como hongos micorrícicos arbusculares se tuvo en cuenta características morfológicas como color, tamaño y forma, así como las características de la pared (grosor, color y presencia de ornamentaciones) (Restrepo Giraldo et al., 2019). Por su

parte Arévalo y Loján (2023) identificaron morfotipos de hongos micorrízicos de los géneros *Glomus*, *Funneliformis*, *Acaulospora* y *Gigaspora*; dicho estudio fue llevado a cabo en individuos adultos de poblaciones naturales de *Cinchona officinalis* ubicados en el cantón de Loja – Ecuador.

La principal razón por la cual la cantidad de colonización varía depende principalmente de las condiciones del ecosistema donde se evalúa los hongos micorrízicos, autores como Carrillo-Saucedo *et al.*, 2022 y Chávez-Hernández *et al.*, 2021 sustentan que las interacciones entre plantas y hongos micorrízicos son moduladas por factores ambientales y ecológicos, subrayando la importancia de considerar el ecosistema en la dinámica de la colonización micorrízica. En este estudio, la plantación evaluada en esta investigación presentó características típicas de un cultivo monoespecífico, con escasa materia orgánica, con alta humedad en el suelo y un microclima apto para el desarrollo de la plantación.

En la figura 14 se observa el promedio de la colonización por hifas, vesículas y arbuscúlos encontrando una alta colonización por estas estructuras. Cuando se observa las hifas (figura 7) se puede clasificar como tipo paris y Arum con formación de bastantes rulos de los cuales se originan los arbuscúlos, y presentar hifas intercelulares y arbuscúlos intracelulares como lo señalan Silva *et al.* 2023, quienes mencionan que existe dos tipos anatómicos de colonización micorrízica: Arum y París. En el tipo Arum, las hifas se extienden a lo largo de los espacios intercelulares produciendo ramificaciones laterales cortas dentro de las células corticales para formar arbuscúlos, mientras que el tipo Paris se extienden directamente de célula a célula formando enrollados hifales y no se observa hifas intracelulares (Silva D, Kalinfott C., Mora M., 2023) (FAO & MINEC, 2023).

Al realizar el estudio de micorrizas arbusculares en tres sistemas de uso de suelo, se determinó un porcentaje de colonización por hifas de un 66%, la colonización por hifas es importante. Por su parte Sánchez *et al.* (2022), mencionan que el principal beneficio de las

micorrizas a especies del género *Cinchona* spp. es la fijación y translocación de nutrientes, especialmente de fósforo y otros elementos indisponibles; así mismo, transportan agua aun cuando las condiciones sean adversas para las plantas, favoreciendo el correcto crecimiento y desarrollo de las mismas. Al respecto, Jiménez (2019) indica que el porcentaje de colonización se ve afectada de la naturalidad de las raíces, es por eso que en plantaciones la colonización es menor, esto debido a la uniformidad en especies arbóreas. El alto porcentaje de colonización por hifas, vesículas y arbusculos son resultados positivos para la sucesión ecológica dentro de la plantación. Por otro lado, Parra-Rivero et al., (2018) indica que una colonización superior al 50 % en relaciones micorrícicas, favorecen la sucesión ecológica y nivel de sobrevivencia. Este nivel de porcentaje de colonización muestra que los hongos se comportaron como buenos colonizadores, debido a que las condiciones fueron las adecuadas para la germinación.

Al evaluar la presencia de vesículas en las raicillas, se encontró que esta estructura está presente en todos los árboles muestreados como se observa en la figura 07. Las vesículas son estructuras ovoides, que se forman generalmente en los extremos de las hifas del hongo y pueden producirse a lo largo de todo el parénquima cortical colonizado. Por su parte Pereira (2023), menciona que las HMS no necesitan formar gran número de vesículas ya que son estructuras de reserva que son utilizadas cuando se encuentran en periodos adversos que puede ser temperaturas bajas y el fotoperiodo para almacenar nutrientes durante el invierno (Pereira *et al.*, 2023). Estas porciones de hifas (vesículas) que forman algunos géneros de HMA, se encuentran presentes intercelularmente en la corteza de la raíz y se consideran reservorios de nutrientes para el hongo. Esta simbiosis entre el HMA y la planta se conoce como vesículo-arbuscular (VA) por la presencia de vesículas y arbusculos; a los que en la actualidad se les conoce como micorriza arbuscular (Osorio, 2019).

Si bien estos valores no tienen un patrón estándar de comparación, pues la variabilidad de la colonización micorrícica está asociada al tipo de especie vegetal y su edad fisiológica (Pinargote *et al.*, 2020), Por otro lado Pinargorte *et al.* (2020), menciona que el incremento poblacional podría indicar que a los 4 años la especie forestal es mayormente dependiente de la simbiosis con HMA y especialmente con especies del género *Glomus* lo cual coincide con la edad en que los árboles incrementan significativamente su biomasa antes de su aprovechamiento al quinto año. Mientras que Pinargote *et al.*(2020) y Cottet, (2022) indican que la simbiosis entre HMA y la planta se conoce como vesículo-arbuscular (VA); como no todas las especies de hongos desarrollan vesículas, en la actualidad se les conoce como micorriza arbuscular a aquellos que lo forman y son representantes del subfilo *Glomeromycota* se caracterizan por presentar hifas intracelulares, hifas de arbúsculos y formar vesículas (Cottet, 2022).

Los hongos micorrícicos arbusculares son necesarios para el desarrollo de las especies arbóreas y arbustivas pues Meza *et al.* (2017) indica que para que las plantaciones forestales se desarrollen de forma óptima es necesario que exista una asociación hongo-planta y así las plantas obtengan los nutrientes y todo lo necesario para su crecimiento y desarrollo. Por su parte Rajan *et al.*, (2000), mencionan que las plantas asociadas a micorrizas se desarrollan mejor incluso en suelos poco fértiles, ya que esta asociación permite tener un incremento en la nutrición mineral a través de las hifas. Mientras que, Montaña *et al.*, (2012) indica que dentro de los factores benéficos que presentan las micorrizas arbusculares, es estimular un mayor crecimiento de las plantas hospedadas.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La presencia de vesículas, arbuscúlos e hifas determinadas en el presente estudio indica que la especie *C. micrantha* presenta, aeración con micorrizas arbusculares

Las esporas presentes en *C. micrantha*, corresponden a 09 morfotipos distintos, los cuales son similares en características morfológicas 6 al género *Glomus*, 1 al género *Acaulospora*, 1 al género *Ambiosporaceae* y 1 un género sin identificar.

En promedio de números se obtuvieron 5,23 hifas, 7,29 vesículas y 6,33 arbuscúlos en las raicillas de *Cinchona micrantha* Ruiz y Pav.

5.2. Recomendaciones

Realizar estudios taxonómicos de micorrizas a nivel molecular a fin de determinar con mayor precisión la especie y el género al cual pertenecen las micorrizas simbiotes en suelo de *Cinchona micrantha*

Realizar estudios de hongos micorrícicos presentes en suelo de bosques naturales donde se encuentre la especie *Cinchona micrantha* a fin de obtener mayor información y lograr realizar una comparación con el análisis de hongos micorrícicos de una plantación homogénea a fin de tener una mayor gama de resultados.

Realizar estudios de la presencia de micorrizas presentes en los suelos de bosques naturales y/o plantaciones que han sufrido incendios forestales.

Realizar estudios de comparación de una plantación y de un bosque natural

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Ulloa, W., Arce-Acuña, P., Galiano-Murillo, P., Torres-Cruz, F. (2016). Aislamiento de esporas y evaluación de métodos de inoculación en la producción de micorrizas en cultivos trampa. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000700005
- Alarcón, A., Cerrato, R. F., Chávez, M. G., & Monter, A. V. (2000). Hongos micorrízicos arbusculares en la dinámica de aparición de estolones y nutrición de plantas de fresa CV. Fern obtenidas por cultivo in vitro. *Terra Latinoamericana*, 18(3), 211-218. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57318304.pdf>
- Alonso-Contreras, R., Aguilera-Gómez, L. I., Rubí-Arriaga, M., González-Huerta, A., Olalde-Potugal, V., & Rivas-Manzano, I. V. (2013). Influencia de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(1), 77-88. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342013000100006&script=sci_arttext
- Álvarez A., J. (2013). El árbol de la calentura. Boletín Instituto Nacional de Salud 2013; año 19 (9 - 10) septiembre - octubre. p (214 - 215). En Línea. Revisado el 01 de febrero 2016. https://repebis.upch.edu.pe/articulos/bol.ins/v19n9_10/a3.pdf
- Álvarez-Manjarrez, J., Solís Rodríguez, A. U., Villarruel-Ordaz, J. L., Ortega-Larrocea, M. D. P., & Garibay-Orijel, R. (2021). Micorrizas del bosque tropical caducifolio y otras simbiosis fúngicas. *Acta botánica mexicana*, (128). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512021000100149&script=sci_arttext
- Artunduaga Ruiz, C. M. (2018). Caracterización y análisis integral de la producción y de potencial nutricional de *Alnus acuminata* En La Etapa Inicial De Desarrollo, Con Diferentes CEPAS de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA). <https://repository.ut.edu.co/handle/001/3053>
- Avilés, I. R., & Chaparro, J. J. G. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera. Revista*

- de Estudios Territoriales*, 12(1), 96-102.
<https://www.redalyc.org/pdf/401/40113202009.pdf>
- Blanco, F., & Salas, E. (1997). Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. *Agronomía costarricense*, 21(1), 55-67.
http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_055.pdf
- Buddenhagen, C. E., Renteria, J. L., Gardener, M., Wilkinson, S. R., Soria, M., Yáñez, P., ... & Valle, R. (2004). The Control of a Highly Invasive Tree *Cinchona pubescens* in Galapagos1. *Weed Technology*, 18(sp1), 1194-1202.
<https://www.jstor.org/stable/3989617>
- Camargo-Ricalde, S. L., Montaña, N. M., De La Rosa-Mera, C. J., & Arias, M. A. S. (2012). Micorrizas: Una Gran Unión Debajo Del Suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13, 19.
<https://repositorio.unam.mx/contenidos/micorrizas-una-gran-union-debajo-del-suelo-5040959?c=%7B>
- Carrillo, S. L. E. (2015) Micorrizas Para Principiantes". Herbario CICY, (Mexico) 7, p. 176.
https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-11-19-Carrillo-Sanchez-Micorrizas-para-principiantes.pdf
- Carrillo-Saucedo, S. M., Puente-Rivera, J., Montes-Recinas, S., & Cruz-Ortega, R. (2022). Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta botánica mexicana*, (129). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512022000100508&script=sci_arttext
- Chávez-Hernández, C. G., Barrera Aguilar, C. C., Téllez Espinosa, G. J., Chimal-Sánchez, E., & García-Sánchez, R. (2021). Colonización micorrízica y comunidades de hongos micorrizógenos arbusculares en plantas medicinales del bosque templado “Agua Escondida”, Taxco, Guerrero, México. *Scientia fungorum*, 51.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2594-13212021000100212&script=sci_arttext
- Cerón, C. Z. L. (2021). Áreas potenciales para plantaciones forestales con especies nativas en la provincia de Talara-Piura. <http://45.231.83.156/handle/20.500.12996/4902>

- Chapi Pical, L. A. (2022). Evaluación de la aplicación de micorrizas en interacción con fertilización orgánica en el cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum*) en el Centro Experimental San Francisco. UPEC. <https://repositorio.upec.edu.ec/items/26d2c8c3-47eb-492a-a177-e554d8fddcd0>
- Correa, M., Morales, M., Coba, B., & Sieverding, E. (1990). Presencia de micorriza vesículo arbuscular (MVA) en un relicto de bosque andino, en la Vereda "Alta Charco", Departamento de Cundinamarca, Colombia. In *Resúmenes del V Congreso Latinoamericano de Botánica y 1 Simposio Latinoamericano de Micorrizas*. <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/5c272910-522b-497b-809f-65829bf8d2d2/content>
- Cottet, A. C. and M. I. M. (2022). *Nuevo registro de micorriza arbuscular en Asterella chilensis (Aytoniaceae, Marchantiophyta), Patagonia, Argentina*. 3-8. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-23722022000100001&script=sci_arttext
- Delgado, M. (2008). Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. *Investigación ORÍUS Biotecnología*, 1–9. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4203/1/cap3.pdf>
- Dodd, J.C. & Thomson, B. (1994). The screening and selection of inoculant arbuscular-mycorrhizal and ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil*, 59:149-158. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00000104>
- Ek, Ch. (2019). Establecimiento de la producción de hongos micorrízicos arbusculares asociados a cocotero a través de cultivos trampa. *Centro de Investigación Científica de Yucatán*. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/1567/1/PCB_M_Tesis_2019_Jorge_Ek_Chim.pdf
- FAO, & MINEC. (2023). *Uso de micorrizas y sus beneficios Guía Técnica*. <https://www.fao.org/forestry/sfm/en/>.
- Fernandez, F. H., & Huaccha, A. E. (2022). Fenología vegetativa y reproductiva de *Cinchona micrantha* (Rubiaceae) en un bosque húmedo de Jaén, Perú. *Caldasia*, 44(3), 459-468.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0366-52322022000300459&script=sci_arttext

- Flores Tzuy, K. A. (2023). *Evaluación del efecto de micorrizas (Glomus, sp.) en la asimilación de fósforo en Saccharum officinarum L., Finca Tululá, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, Guatemala* (Doctoral dissertation, USAC).
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/20085/>
- Fuentealba, A. S. (2014). The potential of arbuscular mycorrhiza in the development of agriculture in arid and semi-arid zones. *Idesia (Arica)*, 32(1), 3–8.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292014000100001&script=sci_arttext
- García, B. R. A. (2021). *Micorrizas arbusculares y su interacción con especies forestales del bosque protector Pedro Franco Dávila del recinto Jauneche, cantón Palenque, provincia de Los Ríos* (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/ff30ba5a-be4b-4a8c-95ed-c394d04df4b4>
- García, Y. (2022). *Efecto de las micorrizas arbusculares en el desarrollo de Gmelina arborea 'ROXB. 1814 y Samanea saman (Jacq.) Merr. en vivero* (Issue 05). Universidad estatal del sur de Manabí.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3693>
- Garzón, L. P. G. (2015). Micorrizas arbusculares asociadas con yarumo, carambolo y uña de gato en suelos de Macedonia, Amazonas. *Agronomía Tropical*, 65(1-2), 17-33.
https://www.researchgate.net/profile/Lina-Garzon-6/publication/321110277_Micorrizas_arbusculares_asociadas_con_yarumo_carambolo_y_una_de_gato_en_suelos_de_Macedonia_Amazonas/links/5a0de67945851541b7079d38/Micorrizas-arbusculares-asociadas-con-yarumo-carambolo-y-una-de-gato-en-suelos-de-Macedonia-Amazonas.pdf
- Gómez, L. I. A., Portugal, V. O., Arriaga, M. R., & Alonso, R. C. (2007). Micorrizas arbusculares. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 14(3), 300-306. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10414307.pdf>
- González, C. A. (1996). Las Micorrizas como biofertilizantes en la agricultura. En: Curso cultivo e investigación del chontaduro, CORPOICA. Nariño, mayo 21-23. 208 p. ISBN

958-9129-37-4. <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-bac-20.500.12324-31940/Description>

Guariguata, M.R., Arce, J., Ammour, T. y Capella, J.L. (2017). Las plantaciones forestales en Perú: Reflexiones, estatus actual y perspectivas a futuro. Documento Ocasional 169. Bogor, Indonesia: CIFOR.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=D_xPDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Guariguata,+M.R.,+Arce,+J.,+Ammour,+T.+y+Capella,+J.L.+\(2017\).+Las+plantaciones+forestales+en+Per%C3%BA:+Reflexiones,+estatus+actual+y+perspectivas+a+futuro.+Documento+Ocasional+169.+Bogor,+Indonesia:+CIFOR&ots=BkSUwFCztO&sig=J-Lg6NnTT1dHuRsXeAHlEVK-FRE](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=D_xPDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Guariguata,+M.R.,+Arce,+J.,+Ammour,+T.+y+Capella,+J.L.+(2017).+Las+plantaciones+forestales+en+Per%C3%BA:+Reflexiones,+estatus+actual+y+perspectivas+a+futuro.+Documento+Ocasional+169.+Bogor,+Indonesia:+CIFOR&ots=BkSUwFCztO&sig=J-Lg6NnTT1dHuRsXeAHlEVK-FRE)

Guerra-Sierra, B. E. (2008). Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Revista Tecnología En Marcha*, 21(1), ág-191.

https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1352

Hernández, C. A. (2003). Investigación e investigación formativa. *Nómadas (col)*, (18), 183-193. <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105117890018.pdf>

Herrera, C. I. (2019). Ocurrencia de hongos de micorriza arbuscular en caoba (*swietenia macrophylla*), Ucayali–2018. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3458>

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2025). Manual de aislamiento y producción de hongos micorrícicos arbusculares.

[https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1929/1/Manual%20de%20aislamiento%20y%20producci%C3%B3n%20de%20hongos%20\(1\).pdf](https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1929/1/Manual%20de%20aislamiento%20y%20producci%C3%B3n%20de%20hongos%20(1).pdf)

Jiménez Ortiz, M. M., Gómez Álvarez, R., Oliva Hernández, J., Granados Zurita, L., Pat Fernández, J. M., & Aranda Ibáñez, E. M. (2019). Influencia del estiércol composteado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays* L.). *Nova scientia*, 11(23).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052019000200009&script=sci_arttext

Joner, E. J., & Johansen, A. (2000). Phosphatase activity of external hyphae of two arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, 104(1), 81-86.

<https://www.cambridge.org/core/journals/mycological-research/article/phosphatase-activity-of-external-hyphae-of-two-arbuscular-mycorrhizal-fungi/3E92FF831DB9C93EC5492A48D2F6E9D2>

Karaarslan, E., Uyanöz, R., y Dogu, S. (2015). Morpho- ~ logical identification of vesicular-arbuscular mycorrhiza on bulbous plants (Taurus Mountain in Turkey). *Archives of Biological Sciences*, 67(2), 411–426. <https://doi.org/10.2298/ABS140417007>

König S, Wubet T, Dormann CF, Hempel S, Renker C, Busco F (2010) TaqMan real-time PCR assay to assess arbuscular mycorrhizal responses to field manipulation of grassland biodiversity: effects of soil characteristics, plant species richness, and functional traits. *Appl Environ Microbiol* 76:3765-3775. <https://journals.asm.org/doi/abs/10.1128/aem.02951-09>

Lozano Sánchez, J. D., Armbrrecht, I., & Montoya Lerma, J. (2015). Hongos formadores de micorrizas arbusculares y su efecto sobre la estructura de los suelos en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agronómica*, 64(4), 289-296. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122015000400001&script=sci_arttext

Macbride, J. F. (1936). Rubiaceae, Flora of Peru. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 13(6/1): 3 - 261. View in Biodiversity Heritage Library

Maldonado, C., Paniagua-Zambrana, N., Bussmann, R. W., Zenteno-Ruiz, F. S., & Fuentes, A. F. (2020). La importancia de las plantas medicinales, su taxonomía y la búsqueda de la cura a la enfermedad que causa el coronavirus (COVID-19). *Ecología en Bolivia*, 55(1), 1-5. https://www.academia.edu/download/64932277/Maldonado_2020_La_importancia_de_las_plantas_medicinales_su_taxonomia_COVID_19_.pdf

Mayorga, D. F. J., & Martínez, T. J. A. (2020). *Evaluación de cepas nativas de micorrizas arbusculares para su uso en fertilización orgánica en el cultivo del Maíz (Zea Mays) época de postrera del ciclo 2018/2019* (Doctoral dissertation). <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/8167/1/245072.pdf>

- Medina, L. R., Rodríguez, Y., Torres, Y., & Herrera, R. (2010). Aislamiento e identificación de hongos micorrízicos arbusculares nativos de la zona de las Caobas, Holguín. *Cultivos Tropicales*, 31(3), 00-00. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362010000300014&script=sci_arttext&tlng=pt
- Méndez, D. N. (2023). *El microbioma de la rizosfera y la salud de las plantas “ The rhizosphere microbiome and*. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/33264>
- Meza, F., Díaz, E., Escobar, H., Belezaca Pinargote, C., Cachipundo, J., Meza, G., ... & Cabrera, R. (2017). Identificación de Hongos Micorrízicos en Plantaciones de Melina (Gmelina arborea Roxb) en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 28(4), 969-975. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172017000400022&script=sci_arttext&tlng=pt
- Minaya, G. L. P. (2023). *Diversity of arbuscular mycorrhizal fungal species from rhizospheric soil of Cedrela montana* (Bachelor's thesis, Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay). <http://repositorio.yachaytech.edu.ec/handle/123456789/648>
- Montaño, N. M., Alarcón, A., Camargo-Ricalde, S. L., Hernández-Cuevas, L. V., Álvarez-Sánchez, J., González-Chávez, M. D. C. A., Gavito, M. E., Sánchez-Gallen, I., Ramos-Zapata, J., Guadarrama, P., Maldonado-Mendoza, I. E., Castillo-Argüero, S., García-Sánchez, R., Trejo, D., & Ferrera-Cerrato, R. (2012). Research on arbuscular mycorrhizae in Mexico: An historical synthesis and future prospects. *Symbiosis*, 57(3), 111–126. <https://doi.org/10.1007/s13199-012-0184-0>
- Moreno Reséndez, A., Carda Mendoza, V., Reyes Carrillo, J. L., Vásquez Arroyo, J., & Cano Ríos, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752018000100068&script=sci_arttext
- Moscoso Aldaz, J. M. (2022). *Uso de micorrizas en el cultivo de sandía Citrullus lanatus L* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022). <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13151>

- Muñoz-Márquez, E., Macías-López, C., Franco-Ramírez, A., Sánchez-Chávez, E., Jiménez-Castro, J., & González-García, J. (2009). Identificación y colonización natural de hongos micorrízicos arbusculares en nogal. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 355-361. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792009000400010&script=sci_arttext
- Nakamatsu, J., & Gil, P. G. (2018). La quinina, el símbolo de la XXII Olimpiada Iberoamericana de Química-2017. *Revista de Química*, 32(2), 17-26. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/20716>
- Newsham, K. K., Fitter, A. H., & Watkinson, A. R. (1995). Arbuscular mycorrhiza protect an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *Journal of ecology*, 991-1000. <https://www.jstor.org/stable/2261180>
- Parra-Rivero, S. M., Maciel-De Sousa, N. M., Sanabria-Chopite, M. E., & Pineda, J. (2018). Descripción anatómica de la colonización de hongos micorrízicos arbusculares en dos leguminosas arbóreas. *Rev. Chapingo Ser. Cienc. Forest. Amb*, 24(2), 183-196. <https://www.academia.edu/download/88021820/r.rchscfa.2017.02.014.pdf>
- Pereira, P. de S. R., Stürmer, S. L., De Souza, P. V. D., Jardim, V. R., Gonzatto, M. P., & Schwarz, S. F. (2023). Colonización natural con micorrizas arbusculares en huertos de mandarina ‘Oneco’ injertados en seis patrones. *Delos: Desarrollo Local Sostenible*, 16(46), 2010-2028. <https://doi.org/10.55905/rdelosv16.n46-005>
- Descripción anatómica de la colonización de hongos micorrízicos arbusculares en dos leguminosas arbóreas. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 24(2), 183–196. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2017.02.014>
- Peña Sierra, D. Y., & Rodríguez Ramos, L. V. (2018). Efecto de diferentes niveles de diversidad microbiana del suelo en la relación simbiótica planta–hongo Micorrízico Arbuscular. <https://repository.udistrital.edu.co/items/8b348666-a6d8-4129-ac4b-5021d28f9d23>
- Peña, C. P., Vanegas, G. I. C., Valderrama, A. M., Cárdenas, J. H. A., & Dorado, A. L. A. (2006). *Micorrizas arbusculares de la Amazonia Colombiana. Catalogo Ilustrado*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas" SINCHI".

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5mZsAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Pe%C3%B1a,+C.+P.,+Vanegas,+G.+I.+C.,+Valderrama,+A.+M.,+C%C3%A1rdenas,+J.+H.+A.,+%26+Dorado,+A.+L.+A.+\(2006\).+Micorrizas+arbusculares+de+la+Amazonia+Colombiana.+Catalogo+Ilustrado.+Instituto+Amaz%C3%B3nico+de+Investigaciones+Cient%C3%ADficas%22+SINCHI%22.&ots=c8loNs7_RK&sig=kZ5ze90VlhSa1h8ViNRnF3oIC_o](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5mZsAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Pe%C3%B1a,+C.+P.,+Vanegas,+G.+I.+C.,+Valderrama,+A.+M.,+C%C3%A1rdenas,+J.+H.+A.,+%26+Dorado,+A.+L.+A.+(2006).+Micorrizas+arbusculares+de+la+Amazonia+Colombiana.+Catalogo+Ilustrado.+Instituto+Amaz%C3%B3nico+de+Investigaciones+Cient%C3%ADficas%22+SINCHI%22.&ots=c8loNs7_RK&sig=kZ5ze90VlhSa1h8ViNRnF3oIC_o)

Perez, L. L. X. (2013). *Simbiosis: Vol. X*. Universidad Católica de Colombia.

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1134>

Phillips J. & Hayman D. (1970). Improved procedures for clearing roots and vesicular-arbuscular fungi for rapid assessment of the infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 55: 158-161.

[https://indexfungorum.org/Publications/TBMS/55/55\(1\)158-161.pdf](https://indexfungorum.org/Publications/TBMS/55/55(1)158-161.pdf)

Polo, M. M. H. (2018). Hongos micorrízicos arbusculares asociados a *Cedrela odorata* L. en México y Costa Rica. <https://cdigital.uv.mx/bitstreams/3bd0f53e-483e-4f30-81ae-5fe32b822092/download>

Rajan, S. K., Reddy, B. J. D., & Bagyaraj, D. J. (2000). Screening of arbuscular mycorrhizal fungi for their symbiotic efficiency with *Tectona grandis*. *Forest Ecology and Management*, 126(2), 91–95. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00089-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00089-4)

Restrepo Giraldo, K. J., Montoya Correa, M. I., Henao Jaramillo, P., Gutiérrez, L. A., & Molina Guzmán, L. P. (2019). Caracterización de hongos micorrízicos arbusculares de suelos ganaderos del trópico alto y trópico bajo en Antioquia, Colombia. *Idesia (Arica)*, 37(1), 35-44. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292019005000301&script=sci_arttext

Reyes, J. I. (2002). "Asociaciones biológicas en el suelo: la micorriza arbuscular (MA)." *CotactoS* 44: 5-10.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3176937?show=full>

Romero, B. J. K. (2015). Las micorrizas arbúsculares-alternativa como biofertilizante para la conservación de la microbiota nativo de suelos colombianos.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/3bb925ce-097f-4043-bae7-283ba5fde420/download>

- Ruiz, P., Rojas, K., & Sieverding, E. (2011). La distribución geográfica de los hongos de micorriza arbuscular: una prioridad de investigación en la Amazonía peruana. *Espacio y Desarrollo*, 0(23), 47–63.
<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/3479>
- Sagadin, M. B., Monteoliva, M. I., Luna, C. M., & Cabello, M. N. (2018). Diversidad e infectividad de hongos micorrícicos arbusculares nativos provenientes de algarrobales del Parque Chaqueño argentino con características edafoclimáticas contrastantes. *AgriScientia*, 35(2), 19-33.
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2018000200003&script=sci_arttext
- Salmerón-Santiago, I. A., Pedraza-Santos, M. E., Mendoza-Oviedo, L. S., & Chávez-Bárceñas, A. T. (2015). Cronología de la taxonomía y cladística de los glomeromicetos. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(2), 153-163.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802015000200005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Sanchez, I. J. L. (2022). Colonización de hongos micorrizicos en raíces de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) en los páramos de Ganquis y Cubillín en la provincia de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17820>
- Sánchez de Prager, M., Posada, R., Velásquez, D., & Narváez, M. (2010). Metodologías básicas para el trabajo con micorriza arbuscular y hongos formadores de micorriza arbuscular. *Universidad Nacional de Colombia sed Palmira*.
https://www.researchgate.net/publication/271507112_Metodologias_basicas_para_el_trabajo_con_Micorriza_Arbuscular_y_Hongos_Formadores_de_Micorriza_Arbuscular
- Saparrat, M. C. N., Ruscitti, M. F., & Arango, M. C. (2020). Micorrizas arbusculares. *Libros de Cátedra*. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/99599>
- Silva D, Kalinfott C., Mora M., G. O. (2023). *Biomasa de raíces finas y micorrizas arbusculares en tres humedales altoandinos del sur de Ecuador con distinto grado de*

- perturbación*. 32(1), 1-11.
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/2429>
- Silva, H. D. D., & Montoya, L. V. G. (2022). Hongos micorrizas arbusculares: la simbiosis de los múltiples beneficios. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 12(2), 2-14.
<https://revistas.uni.edu.ni/index.php/Higo/article/view/765>
- Smith, F. A. & S. E. Smith. (1997). Structural diversity in (vesicular)-arbuscular mycorrhizal symbioses. *New Phytol.* 137: 373-388.
<https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1469-8137.1997.00848.x>
- Smith, S. E., y Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. 3ra edición. New York. Academic Press. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-71512022000100508&script=sci_arttext
- Suárez Torres, J. A. (2018). Caracterización de las semillas de *Cinchona capuli* L. Andersson y *C. lancifolia* Mutis y el efecto de las rizobacterias promotoras del crecimiento en la germinación y la formación de plántulas.
<https://core.ac.uk/download/pdf/323352702.pdf>
- Tapia, G. J. J. (2003). Identificación de Hongos Micorrízicos Arbusculares aislados de suelos salinos y su eficiencia en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Biotecnología. Tecomán, Colima, Universidad de Colima. Doctorado en Ciencias: 1-137.
<https://es.scribd.com/doc/209962677/Botanica-Agricultura-Tesis-Identificacion-de-hongos-micorrizicos-Cultivo-de-Lechuga>
- Tejena, V. J. P. (2011). *Diversidad de hongos Micorrízicos Arbusculares en la Finca Agrofuturo de la Comuna Zapotal, Cantón Santa Elena* (Bachelor's thesis).
https://rraae.cedia.edu.ec/vufind/Record/UG_299dfe2ac5b4a3b89cdc8e8d26ff5af4?sid=3233180&lng=de
- Urcelay, C., & Battistella, R. (2007). Colonización micorrícica en distintos tipos funcionales de plantas herbáceas del centro de Argentina. *Ecologia Austral*, 17(2), 179–188.
https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1667-782X2007000200001&script=sci_arttext
- Urgiles, N., Lalangui, C., Chamba, E., Loján, P., Poma, L., Encalada, M., y Aguirre, N.

(2019). Aislamiento y caracterización morfológica de Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) de zonas riparias del Sur del Ecuador: un enfoque a la producción de biofertilizantes. CEDAMAZ Revista Del Centro de Estudio y Desarrollo de La Amazonía, 09(01), 1–7.

https://www.academia.edu/download/65368459/CARACTERIZACION_MORFOLOGICA_DE_HMA_AASOCIADOS.pdf

Varela, L. y D. Trejo (2001). "Los Hongos Micorrizógenos Arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México." Acta Zoológica de Ecología A. C.(Es1): 39-51. <https://www.redalyc.org/pdf/575/57500004.pdf>

Verdugo, A. C. (2022). Micorrizas aplicadas en agricultura: una alternativa. <https://buleria.unileon.es/handle/10612/15612?locale-attribute=es>

Weberbauer, A. (1945). El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Segunda Edición. Lima. UNA. Estación Experimental La Molina. Lima. 776 p. <https://bibliotecadigital.bnp.gob.pe/items/102a4479-de33-4602-9ee6-036e4e55a1f1>

ANEXOS

Anexos 1 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General	Variable Independiente		
¿Qué tipos de hongos micorrízicos arbusculares asociados presenta la especie <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén – Perú?	Identificar a nivel de género los hongos que forman la asociación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en especie <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. En una parcela forestal Jaén – Perú.	En la especie forestal <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. el género de hongos micorrízicos arbusculares que más predomina es el género <i>Glomus</i> .	Hongos Micorrizicos	Diversidad en morfotipos Cantidad de micorrizas a evaluar	Esporas Vesículas, hifas, esporas
	Específicos		Variable dependiente		
	Cuantificar el número de esporas por 100 gramos de suelo de hongos micorrízicos arbusculares HMA, presentes en suelos rizofericos de <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén – Perú.			Presencia de micorrizas en suelo	Densidad
	Identificar a nivel de género de hongos micorrízicos arbusculares HMA asociados a <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén – Perú.		Especie forestal <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén – Perú.	Presencia de micorrizas en biomasa de la planta	Infectividad y colonización
	Cuantificar el porcentaje de colonización de hongos micorrízicos arbusculares HMA, presentes en raíces de <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén-Perú.				

Anexos 2 Validación de instrumento por expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	HONGOS MICORRÍZICOS ARBÚSCULARES ASOCIADOS A <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. EN UNA PARCELA FORESTAL JAÉN – PERÚ			
Línea de investigación:	Potencialidad del recurso forestal			
Apellidos y nombres del experto:	<i>Abanto Flores María</i>			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	VARIABLE DEPENDIENTE Hongos micorrízicos VARIABLE INDEPENDIENTE Especie forestal <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. En una parcela forestal Jaén – Perú			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de recolección de datos se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
9	¿Considera usted que los siguientes equipos de laboratorio (centrifuga, horno, balanza electrónica, matraz Erlenmeyer, microscopio) son los más adecuados para la obtención de buenos resultados en la investigación?	X		
Sugerencias:				
Firma del experto:  <i>María M. Abanto Flores</i> BIÓLOGA C.R.P. 932				

Instrumentos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	HONGOS MICORRÍZICOS ARBÚSCULARES ASOCIADOS A <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. EN UNA PARCELA FORESTAL JAÉN – PERÚ
Línea de investigación:	Potencialidad del recurso forestal
Apellidos y nombres del experto:	Santa Cruz López Cinthya Yanina
El instrumento de medición pertenece a la variable:	- VARIABLE DEPENDIENTE Hongos micorrízicos - VARIABLE INDEPENDIENTE Especie forestal <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y pav. En una parcela forestal Jaén – Perú

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de recolección de datos se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
9	¿Considera usted que los siguientes equipos de laboratorio (centrifuga, horno, balanza electrónica, matraz Erlenmeyer, microscopio) son los más adecuados para la obtención de buenos resultados en la investigación?	X		

Sugerencias:

La ficha de recolección es apta para su aplicación

Firma del experto:



Dra. Cinthya Santa Cruz López
investigadora Renacyt

Instrumentos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	HONGOS MICORRÍZICOS ARBÚSCULARES ASOCIADOS A <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y Pav. EN UNA PARCELA FORESTAL JAÉN – PERÚ
Línea de investigación:	Potencialidad del recurso forestal
Apellidos y nombres del experto:	<i>Christian Alexander Rivera Salazar</i>
El instrumento de medición pertenece a la variable:	VARIABLE DEPENDIENTE Hongos micorrízicos VARIABLE INDEPENDIENTE Especie forestal <i>Cinchona micrantha</i> Ruiz y pav. En una parcela forestal Jaén – Perú

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de recolección de datos presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de recolección de datos se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de recolección de datos facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
9	¿Considera usted que los siguientes equipos de laboratorio (centrifuga, horno, balanza electrónica, matraz Erlenmeyer, microscopio) son los más adecuados para la obtención de buenos resultados en la investigación?	X		

Sugerencias:

La ficha de recolección de datos es apta para su aplicación

Firma del experto:

B. M. C. B. Christian Alexander Rivera Salazar

Anexos 3 *Ficha de recolección de información de campo*

Ficha de recolección de información - Campo

**Tesis HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A
Cinchona micrantha. Ruiz y Pav. EN UNA PARCELA FORESTAL JAÉN - PERÚ**

Tesista: Bach. Sophia Nicoll Silva Fernández

Lugar de muestreo	Código de muestra	Altitud	Coordenadas UTM	
			Este	Norte

Anexos 4 *Ficha de recolección de información de laboratorio*

Ficha de recolección de información - Laboratorio

Tesis HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A
***Cinchona micrantha*. Ruiz y Pav. EN UNA PARCELA FORESTAL JAÉN - PERÚ**

Tesista: Bach. Sophia Nicoll Silva Fernández

N° de muestra	N° de portaobjeto	ITEM 1: Porcentaje de esporas	Porcentaje de colonización de hongos micorrízicos encontrados en la raíz		
			ITEM 2: Vesículas	ITEM 3: Arbúsculos	ITEM 4: Hifas



"Año del Bicentenario, de la consolidación de
nuestra Independencia, y de la conmemoración de las
heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



Jaén, 16 de agosto de 2024.

Herbario ISV

ICNDMB Código de Autorización N° AUT-ICND-2023-004

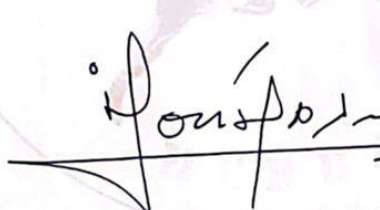
CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA N°04-2024

Por medio de la presente, se da constancia de la identificación de 03 muestras botánicas, a solicitud de Sophia Nicoll Silva Fernández, tesista de Ingeniería de Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, en el marco del proyecto de investigación titulado "*Hongos micorrízicos arbusculares asociados a la Cinchona micrantha Ruiz y Pav, en una parcela forestal Jaén - Perú*". Las colectas fueron identificadas y depositadas en la colección del Herbario ISV de la Universidad Nacional de Jaén.

Las identificaciones corresponden a la siguiente especie.

N°	DUP	CÓDIGO	FAMILIA	ESPECIE	AUTOR
1	03	01	RUBIACEAE	<i>Cinchona micrantha</i>	Ruiz & Pav.

Atentamente,



Dr. José Luis Marcelo Peña
Responsable del Laboratorio de Plantas Vasculares y
Herbario ISV
Universidad Nacional de Jaén

Herbario ISV (Isidoro Sánchez Vega)
Universidad Nacional de Jaén
Carretera Jaén-San Ignacio Km 24
Correo: herbario@unj.edu.pe

Anexos 6 Certificación de identificación morfológica



"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

Jaén 06 de junio de 2025.

CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA

Por medio de la presenta, se da constancia de la identificación de muestras de características morfológicas utilizando claves del libro metodológico de Sánchez de Prager *et al.* (2010), a solicitud de la Bach. Sophia Nicoll Silva Fernández, tesista egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén, en el marco del proyecto de investigación titulado “*Hongos micorrízicos arbusculares asociados a la Cinchona micrantha Ruiz y Pav. en una parcela forestal Jaén – Perú*”. Las muestras fueron identificadas y depositadas en el laboratorio de Genética y Cultivo de Tejidos Vegetales de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén.

Las identificaciones corresponden a los siguientes géneros

Nº	CÓDIGO	FAMILIA	GENERO	MORFOTIPO
1	01			No identificado
2	02	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp1.
3	03	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp2.
4	04	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp3.
5	05	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp4.
6	06	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp5.
7	07	Glomeromycota	Glomus	Glomerales sp6.
8	08	Ambisporaceae	Ambispora	sp1.
9	09	Acaulosporaceae	Acaulospora	sp1.

Se expide la presente certificación de identificación morfológica con fines de investigación científica.


B. Mcblga. Marcela Nancy Arteaga Cuba
Responsable del Laboratorio de Genética y Cultivos Vegetales
Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén

Anexos 7 Comparación de las características morfológicas encontradas en el suelo de *Cinchona micrantha* de una parcela forestal con otros autores

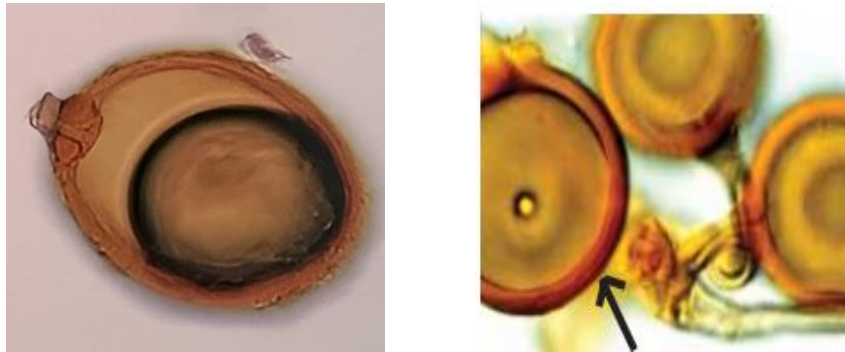


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)

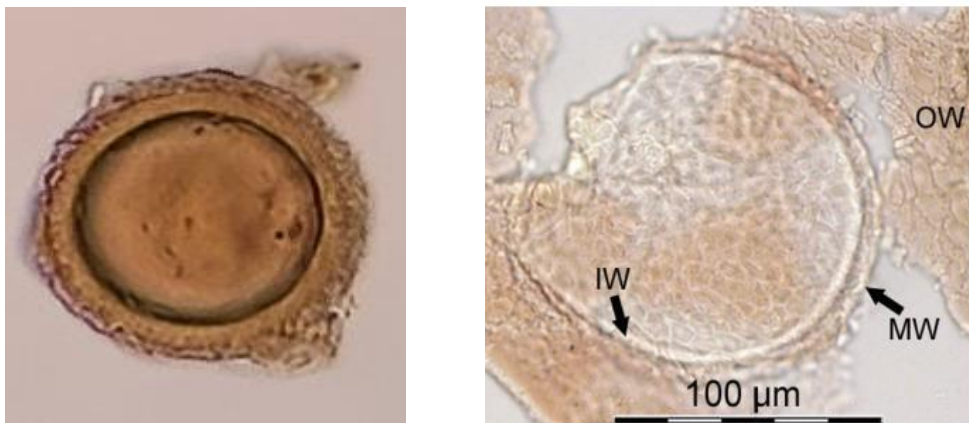


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Frist Oehl. *et al* (2013)

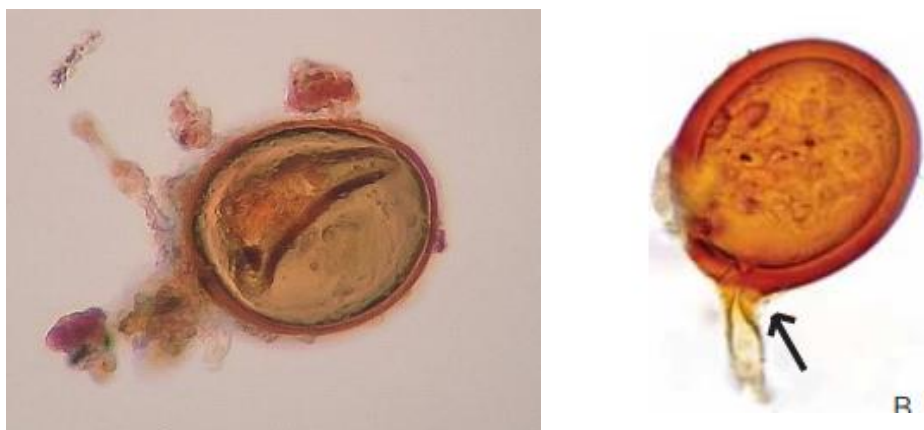


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)

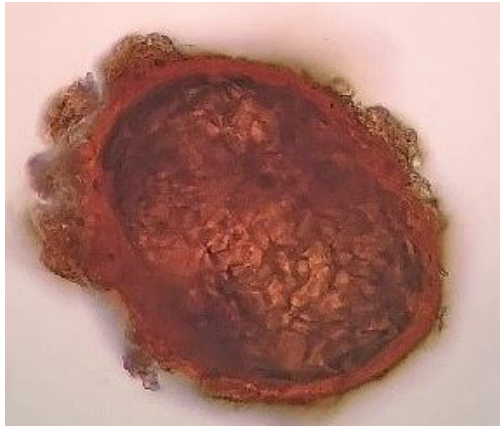


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)

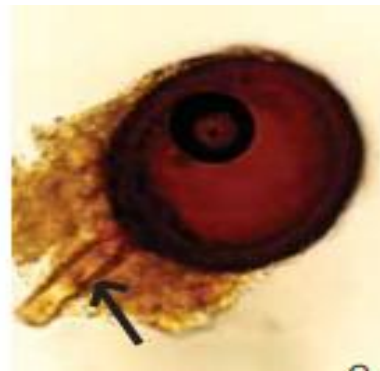
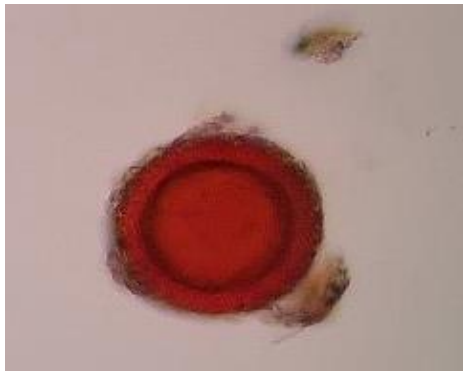


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)



Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Raúl Posada *et al* (2010)

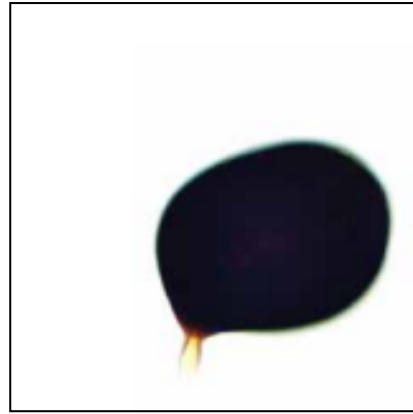
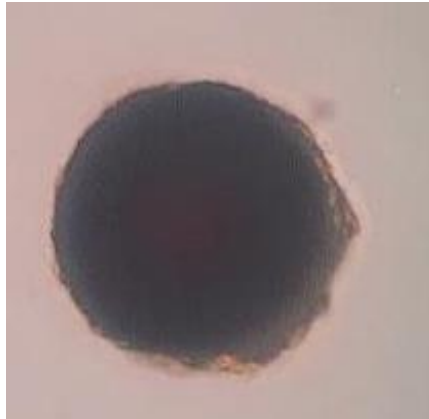


Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)



Figura: a) 40X; b) Foto: obtenido de Peña-Venegas C.P. *et al* (2006)

Anexos 8 Registro fotográfico de colecta de muestras de suelo y raíces



Foto 1. Georreferenciación de punto de muestreo



Foto 2. Punto de muestreo



Foto 3. Colecta de muestras de raíces



Foto 4. Recolección de muestras de raíces

Anexos 9 Registro fotográfico de procesamiento de muestras en laboratorio



Foto 5. Obtención de muestras de raicillas



Foto 6. Selección de raicillas



Foto 7. Procesamiento en baño maría

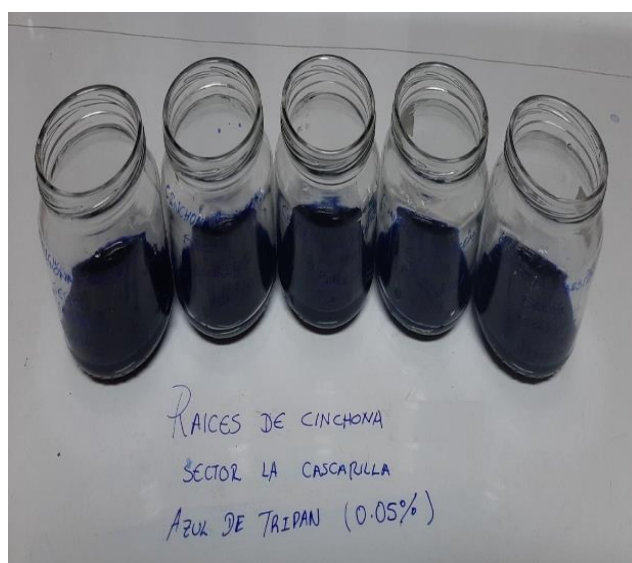
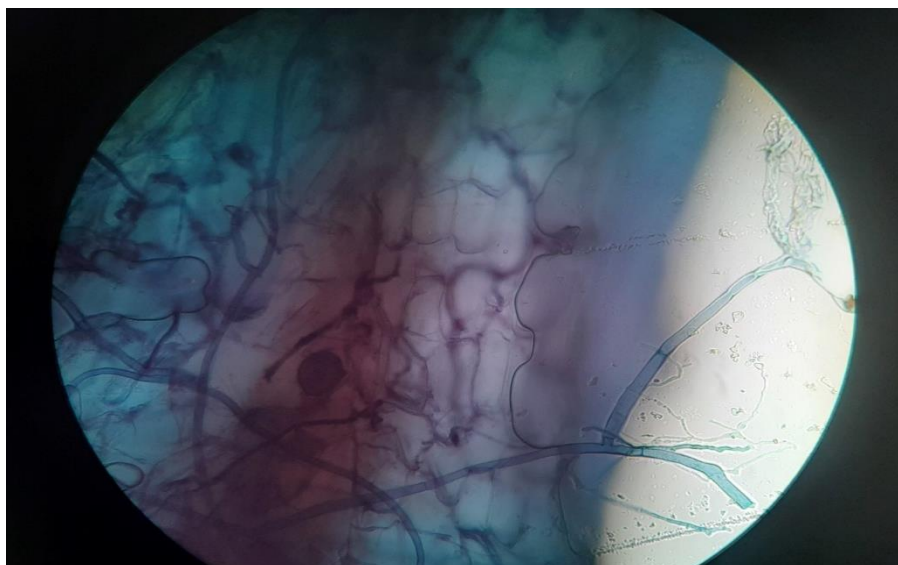
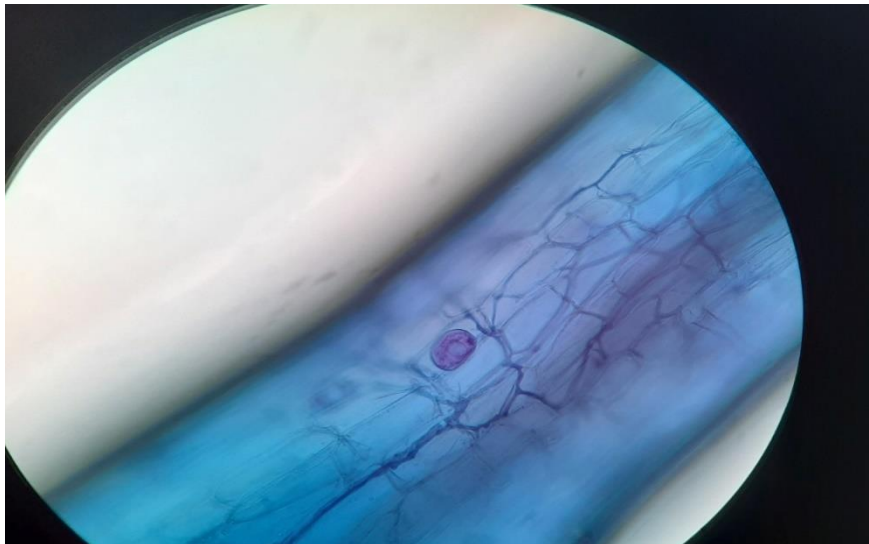
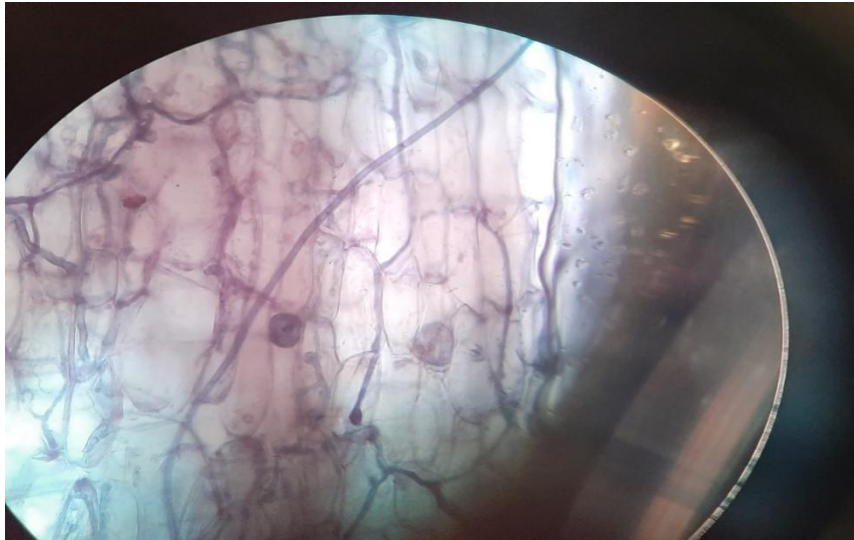
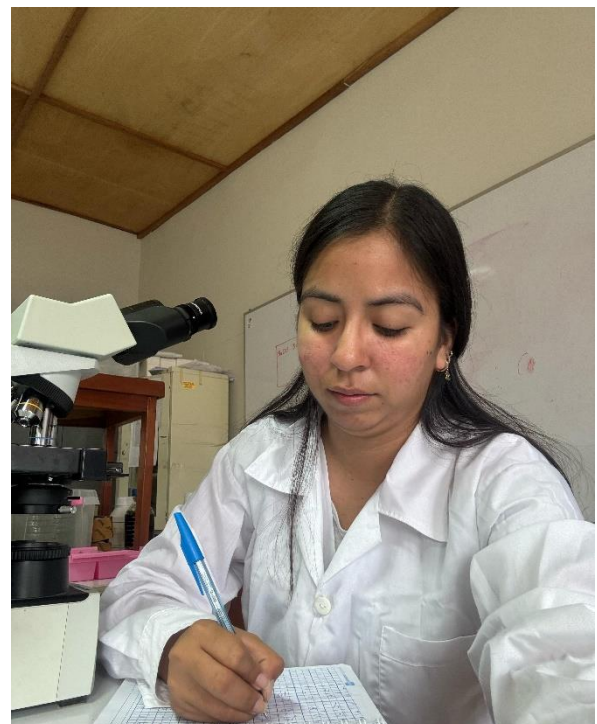
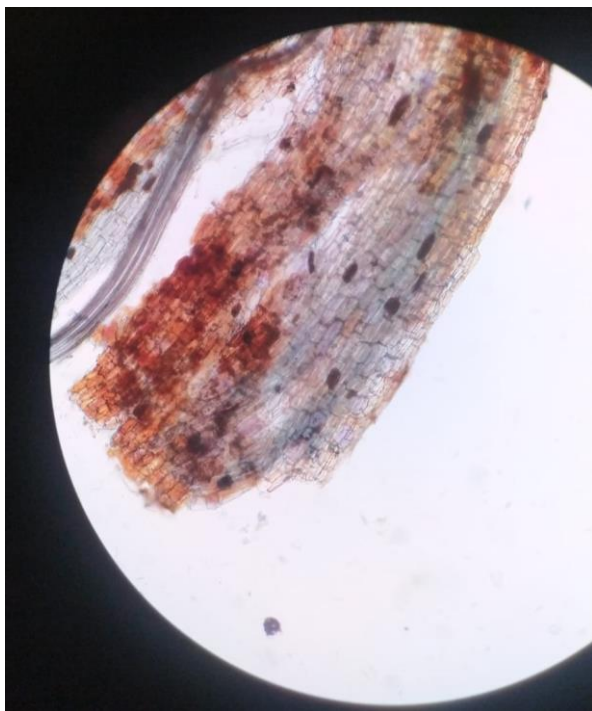


Foto 8. Tinción de raíces

Anexos 10 *Vista de micorrizas al microscopio*



Anexos 11 *Observación de las raíces en el microscopio*



Anexos 12 Medición de una espora de la muestra de suelo

