



Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page en la población de micorrizas arbusculares en el bosque de Huamantanga

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page in the arbuscular mycorrhizal population in the Huamantanga forest

Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Página na população micorrízica arbuscular na floresta Huamantanga

ARTÍCULO ORIGINAL



Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v8i24.311>

Leiver Flores Flores¹
lflores@unc.edu.pe

José Kalion Guerra Lu²
jose.guerra@unas.edu.pe

Marcela Nancy Arteaga Cuba¹
marteaga@unc.edu.pe

Alan Guillermo Gallo Álvarez³
guillermo.oxa86@gmail.com

Karina Violeta Carhuaricra Espinoza⁴
karinavicares88@gmail.com

Alberto Franco Cerna Cueva²
alberto.cerna@unas.edu.pe

¹Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú

²Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú

³Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Amazonas, Perú

⁴Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Cerro de Pasco, Perú

Artículo recibido 19 de junio 2024 / Arbitrado 28 de agosto 2024 / Publicado 20 de septiembre 2024

RESUMEN

Introducción: Las micorrizas arbusculares, asociaciones simbióticas entre hongos y raíces de plantas, desempeñan un papel fundamental en la nutrición y supervivencia de muchas especies forestales. El **objetivo** del estudio fue identificar morfológicamente a la población de micorrizas arbusculares, en función al estado de desarrollo del *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en el bosque de Huamantanga, Jaén- Perú. **Materiales y métodos** Enfoque cuantitativo, tipo descriptiva. Se seleccionaron 3 zonas de muestreo de suelo y raíces en las categorías brinzal, latizal y fustal, la zona 1 (sector cola de ardilla), la zona 2 (sector camino cola de ardilla) y La zona 3 (sector Nueva Jerusalén) **Resultados:** De acuerdo al análisis estadístico (ANVA), se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, por lo que sí existe diferencia significativa entre las categorías de regeneración natural. **Discusión:** Los resultados obtenidos en este estudio revelan una comunidad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) dominada por los géneros *Glomus*, *Entrophospora* y *Acaulospora*, asociados a *Retrophyllum rospigliosii* en el bosque de Huamantanga. Igualmente, se pudo identificar una diversidad de morfoespecies con un total de 16 morfoespecies distribuidas en los géneros *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Glomus*. **Conclusiones:** La mayor colonización fue para brinzal, en raíces 93.0 %, en suelo 91.7 %; seguido de latizal, en raíces 88.3 %, en suelo 89 %; luego de fustal, en raíces 86.7 %, en suelo 87.3 %. Los HMA asociados *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page., identificados son: *Acaulospora* 4 morfo-especies, *Entrophospora* 5 morfo-especies, y *Glomus* 7 morfo-especies.

Palabras clave: Arbusculares; Bosque; Micorrizas; Regeneración; *Retrophyllum*; *Rospigliosii*

ABSTRACT

Introduction: Arbuscular mycorrhizae, symbiotic associations between fungi and plant roots, play a fundamental role in the nutrition and survival of many forest species. The **objective** of the study was to morphologically identify the arbuscular mycorrhizae population based on the development stage of *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page in the Huamantanga forest, Jaén, Peru. **Materials and methods:** Quantitative approach, descriptive type. Three soil and root sampling areas were selected in the sapling, latizal and fustal categories: area 1 (squirrel tail sector), area 2 (squirrel tail road sector) and area 3 (Nueva Jerusalén sector). **Results:** According to the statistical analysis (ANVA), the hypothesis of equal means is rejected, so there is a significant difference between the natural regeneration categories. **Discussion:** The **results** obtained in this study reveal a community of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) dominated by the genera *Glomus*, *Entrophospora* and *Acaulospora*, associated with *Retrophyllum rospigliosii* in the Huamantanga forest. Likewise, a diversity of morphospecies was identified with a total of 16 morphospecies distributed in the genera *Acaulospora*, *Entrophospora* and *Glomus*. **Conclusions:** The highest colonization was for saplings, in roots 93.0%, in soil 91.7%; followed by latizal, in roots 88.3%, in soil 89%; then by stem, in roots 86.7%, in soil 87.3%. The AMF associated with *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page., identified are: *Acaulospora* 4 morphospecies, *Entrophospora* 5 morphospecies, and *Glomus* 7 morphospecies.

Key words: Arbuscular; Forest; Mycorrhizae; Regeneration; *Retrophyllum*; *Rospigliosii*

RESUMO

Introdução: As micorrizas arbusculares, associações simbióticas entre fungos e raízes de plantas, desempenham papel fundamental na nutrição e sobrevivência de muitas espécies florestais. O **objetivo** do estudo foi identificar morfológicamente a população de micorrizas arbusculares, com base no estágio de desenvolvimento de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Página na floresta Huamantanga, Jaén-Peru. **Materiais e métodos** Abordagem quantitativa, tipo descriptiva. Foram selecionadas 3 áreas de amostragem de solo e raízes nas categorias muda, latizal e tronco, zona 1 (setor cauda de esquilo), zona 2 (setor estrada cauda de esquilo) e zona 3 (setor Nova Jerusalém) **Resultados:** De acordo com a análise estatística (ANVA), rejeita-se a hipótese de igualdade de médias, pelo que existe uma diferença significativa entre as categorias de regeneração natural. **Discussão:** Os resultados obtidos neste estudo revelam uma comunidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) dominada pelos géneros *Glomus*, *Entrophospora* e *Acaulospora*, associados a *Retrophyllum rospigliosii* na floresta Huamantanga. Da mesma forma, foi possível identificar uma diversidade de morfoespécies com um total de 16 morfoespécies distribuídas nos géneros *Acaulospora*, *Entrophospora* e *Glomus*. **Conclusões:** A maior colonização foi pelas mudas, nas raízes 93,0%, no solo 91,7%; seguido do latizal, nas raízes 88,3%, no solo 89%; após o caule, nas raízes 86,7%, no solo 87,3%. O FMA associado *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page., identificadas são: morfoespécies *Acaulospora* 4, morfoespécies *Entrophospora* 5 e morfoespécies *Glomus* 7.

Palavras-chave: Arbuscular; Floresta; Micorrizas; Regeneração; *Retrofilum*; *Rospigliosii*

INTRODUCCIÓN

Los bosques albergan diversidad de flora y fauna silvestre, macro y microorganismos, allí se desarrollan relaciones de dependencia e interdependencia directa e indirecta, entre especies vegetales de diferentes hábitos, con mayor énfasis entre aquellos que tienen contacto directo con el suelo, como árboles, arbustos, rastreras, trepadoras, y microorganismos como, los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA), los cuales contribuyen al proceso fisiológico de las plantas en su crecimiento y desarrollo, de manera simbiótica o asociativa, los HMA habitan todo tipo de suelos (1).

En este sentido, el bosque natural del Área de Conservación Municipal Bosque de Huamantanga (ACMBH), es el hábitat de una ingente biodiversidad, de flora y fauna silvestre de hábitos diferentes (2). Los HMA tienen determinados hospederos, que participan en mejorar las condiciones para absorber agua y nutrientes, actividad que es realizada por el micelio, coadyuvando en la función de la raíz, sobre todo cuando ésta ha agotado los nutrimentos de la zona del suelo adyacente (3).

Cabe mencionar que, es muy probable que una de las razones que justifican los procesos de cambios de la especie del bosque natural en sus actividades fisiológicas, cuando se retiran del bosque natural, para establecerlas en otros espacios, se provoque una alteración en la presencia, la forma y el estado de convivencia o simbiosis del romerillo macho

(*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page) con los HMA, donde éstos, actúan como un complemento para favorecer la absorción de agua y nutrientes de las raíces de la planta (4), como ocurre con el elemento fósforo (P) (5), que actúa posiblemente en el incremento de la tolerancia a condiciones de stress abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de nitratos (NO₃) (6), favoreciendo el aumento de la diversidad y productividad de las plantas en general (7, 6).

Ahora bien, la simbiosis micorrízica depende de la interacción de los tres componentes más importantes del sistema: el hongo, las plantas y las condiciones ambientales. Su presencia puede implicar que ocurran procesos de reconocimiento entre los simbiosistas, de compatibilidad y de especificidad, que condicionan su expresión y conducen a la integración morfológica y funcional de las asociaciones (8,9).

En este contexto, el Bosque de Huamantanga encierra un gran potencial biológico, una de las especies vegetales de importancia es el *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page (3,10); donde la especie demuestra tener un desarrollo exitoso, en condiciones ambientales del bosque de neblina; comparando con plantaciones de la especie instalados en áreas relativamente cercana al bosque de Huamantanga, con plántones extraídos de su hábitat natural, en sistema de macizos forestales y en sistemas agroforestales con cultivos de café; donde se observa que la

especie, en espacios fuera de su hábitat natural, los individuos no demuestran tener un crecimiento y desarrollo exitoso, comparando con los individuos del bosque, en donde las condiciones de calidad de sitio son favorables para el crecimiento y desarrollo de esta (3).

Con la finalidad de estudiar la relación que existe entre las plantas y los HMA, se desarrolla esta investigación para identificar morfológicamente a la población de micorrizas arbusculares, en función al estado de desarrollo del *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page en el bosque de Huamantanga, Jaén – Perú. Asimismo, caracterizar morfológicamente la especie *Retrophyllum*

rospigliosii (Pilg.) C.N. Page en las categorías de brinzal, latizal, fustal; determinar las micorrizas arbusculares a nivel de esporas en suelo y en raíces de las categorías brinzal, latizal y fustal de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

MATERIALES Y MÉTODOS

El enfoque seleccionado para realizar este estudio es cuantitativo, de tipo descriptivo. Para iniciar el estudio se menciona la localización del estudio, ubicada en la zona de amortiguamiento del ACMBH, distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca Figura 1.

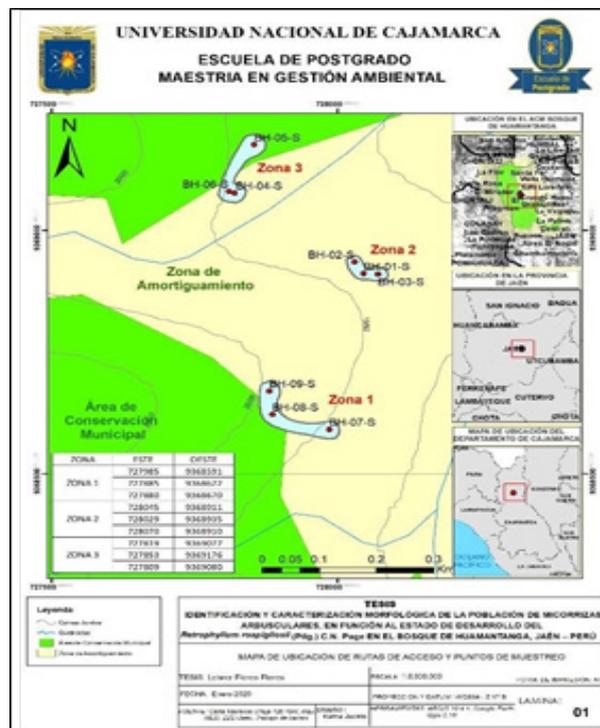


Figura 1. Mapa de ubicación de la investigación.

El muestreo de suelo y raíces de romerillo macho (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page), se realizó en la jurisdicción del caserío Nueva Jerusalén; zona 1 (sector cola de ardilla), zona 2 (camino cola de ardilla) y zona 3 (sector Nueva Jerusalén). En cada zona se muestrearon para las categorías, brinzal (individuos de 0.30 a 1.49 m de altura), latizal (individuos \geq a 1.50 m de altura

hasta < 10 cm de DAP), fustal (Individuos \geq a 10 cm DAP) (11).

La toma de muestras de suelo se hizo entre 10 a 15 cm de profundidad cercanas a la base de la planta, junto a las raíces finas. La muestra de suelo tuvo un peso de un kilogramo aproximadamente Figura 2.



Figura 2. Medición de fustal y muestreo de suelo.

Para el muestreo de raíces de las plantas (brinzal, latizal y fustal), se excavó la base de la planta, siguiendo las raíces laterales por debajo

del nivel del suelo hasta encontrar las raíces delgadas, extraerlos y colocarlos en bolsas plásticas herméticas Figura 3.



Figura 3. Muestreo de raíces.

Determinación del porcentaje de colonización de raíces micorrizadas

La metodología para la tinción de raíces micorrizadas fue lo propuesto por (12); consiste en lo siguiente: se pesan las 10 raíces más finas (menores a 1 mm de diámetros), para facilitar la penetración de los reactivos. Las raíces se colocan en placas pequeñas de vidrio para que se extiendan y no queden muy unidas; luego se adicionó KOH al 10 % durante 30 minutos para ablandar el tejido. Se colocó a “baño de María” a 90 °C por 15 minutos. Se lavaron las raíces utilizando un tamiz adecuado para evitar la pérdida durante el enjuague. Posteriormente las muestras se cubrieron con una solución fresca de KOH al 10 % y H₂O₂ al 10 %, combinado en proporción 1:1 (V/V), por un tiempo de 15 minutos y luego las raíces se lavaron en agua corriente. Para corregir el pH se adicionó una solución de HCl al 1N durante 15 minutos, luego se decantó el HCl sin lavar y se agregó el azul de Tripiano al 0.05 % colocando luego las raíces a “baño María” por 15 minutos. Se decantó el colorante, se lavó con agua destilada, se dejó reposar por 12 horas para eliminar el exceso de colorante y proceder a su observación fúngicas en el microscopio compuesto binocular marca Olympus CX21.

Para determinar el porcentaje de colonización, se tomaron 10 raíces de 1 cm de largo cada uno y se colocaron en la lámina porta y cubreobjetos en forma paralela, se observaron las estructuras

fúngicas en el microscopio compuesto con los objetivos desde 10X hasta 40X, mediante la técnica de determinación de colonización por campos de infección, en el cual se realizaron barridos de cada segmento de raíz, registrando la presencia de estructuras de los HMA: hifas, esporas, vesículas y arbusculos.

El porcentaje de colonización de cada muestra se determinó con la fórmula propuesta por (13).

Aislamiento de esporas de HMA en suelo

La metodología para el aislamiento de esporas fue lo propuesto por Gerderman y Nicholson (14); que consiste en homogenizar el suelo de las zonas de muestreo, se retira el material grueso como raíces, piedras y terrones. Luego se pesó 100 g de suelo, y se colocó en un vaso de precipitación con capacidad de 500 ml, se agregó 350 ml de agua destilada y se agitó por 10 minutos continuos. Luego se filtró en tamices de 4 000, 500, 250, 125 y 63 μ m, ordenados de manera descendente, el procedimiento se repitió 2 veces. El contenido del último tamiz (63 μ m) se vertió en una placa Petri y se puso a secar a temperatura ambiente de 28 a 30 °C.

Teniendo el suelo tamizado y seco, se pesaron 5 g y se vertió en tubos de centrifuga, adicionando 13 ml de solución de sacarosa al 72 %, se puso a centrifugar a 2 000 r.p.m. durante 5 minutos. Se retiran los tubos de la centrifuga, cuidando de no romper la interfase agua- sacarosa, donde están

suspendidas las esporas; se extrajo con la ayuda de una jeringa de 5 ml de la superficie de la interfase, donde se encuentran las esporas, se coloca en un embudo con papel de filtro, Watman N° 4, y se lavó con agua destilada para eliminar la sacarosa, se observaron las esporas en el microscopio compuesto, donde se hizo un recorrido visual en zigzag contando las esporas en los objetivos de 10X y 40X.

La identificación de los hongos a partir de esporas se hizo en base a las características de forma, tamaño, color, textura de la superficie, tipo de hifa de soporte y procedencia. Para la caracterización se colocaron en láminas portaobjetos con cuadrícula divididas igual a 0,01 mm. Se observaron a 40x en el microscopio compuesto binocular. La descripción de esporas e identificación de los géneros se hizo usando claves y descripciones actualizadas por Guerrero y Hodson (15).

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el estudio de la población de micorrizas arbusculares asociadas a *Retrophyllum rospigliosii* en el bosque de Huamantanga. Se detalla la caracterización morfológica de los hongos micorrízicos en función del estado de desarrollo de la planta hospedera;

Raíces micorrizadas en la zona 1

La Figura 4, muestra que en el estado latizal hubo mayor colonización por vesículas/ esporas (54 %); en brinzal vesículas/esporas (52 %); en fustal (51 %); la colonización por hifas los porcentajes más bajos en las tres categorías. Los arbusculos en brinzal fue bajo (3 %), en latizal y fustal la colonización fue cero.

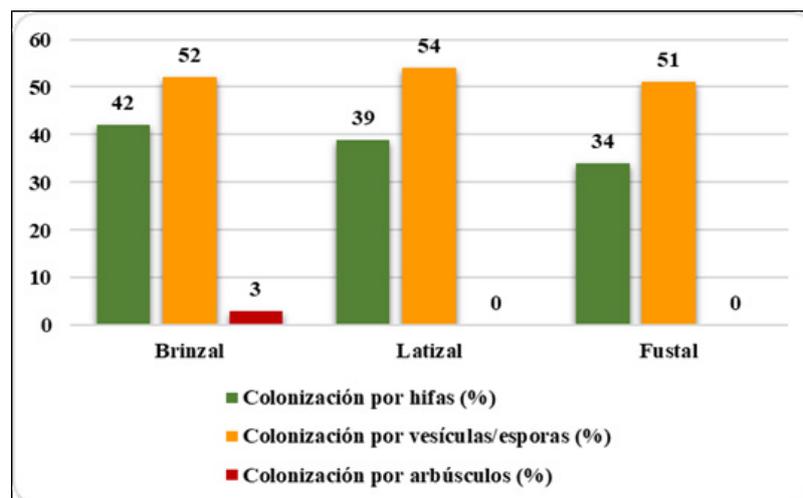


Figura 4. Colonización de raíces por categoría-zona 1.

Raíces micorrizadas en la zona 2

La Figura 5, muestra que en la zona 2 se encontró que en fustal hubo mayor colonización

por hifas (53 %); en brinzal (42 %); La colonización por arbusculos en fustal muy bajo (1 %); en brinzal y latizal es cero.

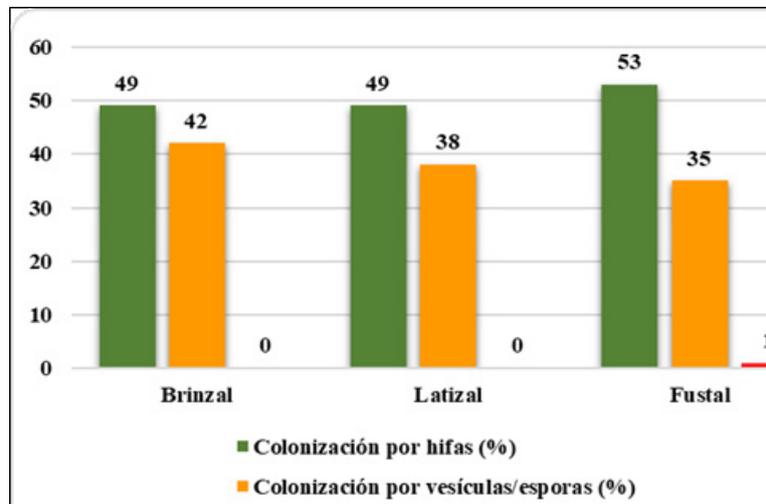


Figura 5. Colonización de raíces por categoría-zona 2.

Raíces micorrizadas en la zona 3

La Figura 6, muestra que en la zona 3 en brinzal hubo mayor colonización por hifas (50 %), fustal

(46 %) y latizal (41 %); colonización en latizal por vesículas/ esporas (43 %); brinzal (41 %) y fustal (40 %); no hubo colonización por arbusculos.

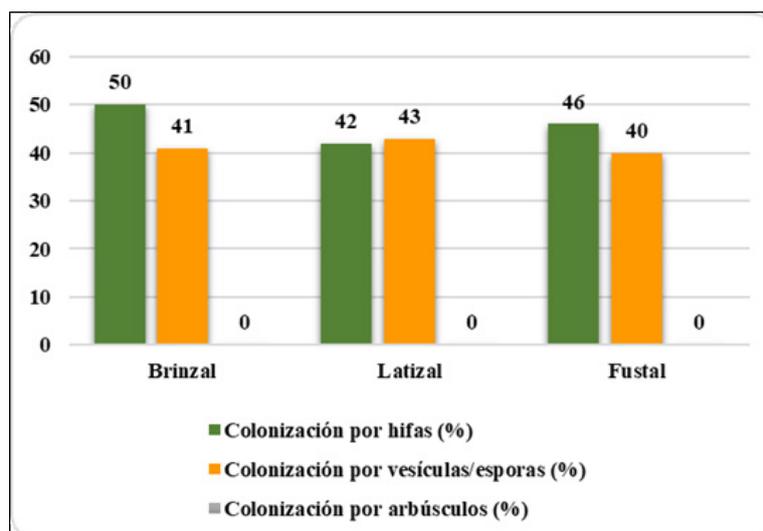


Figura 6. Colonización de raíces por categoría-zona 2.

Colonización de las raíces

La Tabla 1, muestra los porcentajes de colonización promedio de raíces; en brinzal es el más alto (93 %), latizal (88.3 %), y fustal (86.7 %); estos resultados son superiores a lo encontrado por Lizana (16), quien determinó el 85.64 % de colonización en árboles de romerillo macho. Comparando, Diez y Toro (17) dice que las plantas jóvenes tienen mejores condiciones para realizar simbiosis con los HMA, por producir raíces jóvenes, al inocular *Entrophospora colombiana* en ciertos cultivos, obteniendo mejores resultados en el desarrollo de plantas inoculadas. Por otro lado,

se obtuvieron bajos porcentajes de colonización en raíces de especies en Sistemas Agroforestales, en *Acrocarpus fraxinifolius* (58.05 %), en *Cordia alliodora* (67.01 %); en *Eucalyptus saligna* (67.79 %); y *Coffea arabica* var. *catuai* (81.71 %) (18). Asimismo, Montalván (19), obtuvo porcentajes de colonización en especies maderables en SAF con *Theobroma cacao* L., en *Swietenia macrophylla* (70 %), el porcentaje más alto porcentaje de colonización fue en *Acrocarpus fraxinifolius* (1.6 %). Para las tres categorías, el valor de P es menor a 0.05, por lo tanto, si existe diferencia significativa entre tratamientos.

Tabla 1. Porcentajes de colonización de raíces.

Categorías	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Promedio
Brinzal	97	91	91	93.0 %
Latizal	93	87	85	88.3 %
Fustal	85	89	86	86.7 %

Colonización por esporas en suelo

A continuación, en la Figura 7, se muestra la colonización por esporas en 1 g de suelo para brinzal; la zona 3 muestra mayor colonización con

49 esporas; la zona 1 con 34 esporas; la zona 2 con 20 esporas. La colonización más alta se encontró en la zona 1 (97 %); las zonas 2 y 3 con 91 % cada uno de ellos.

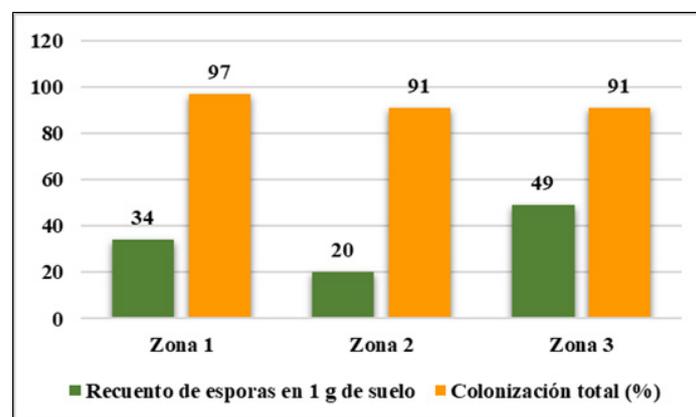


Figura 7. Recuento de esporas en suelo para brinzal.

La Figura 8 a continuación, muestra la colonización por esporas en 1 g de suelo para latizal; la zona 3 muestra mayor colonización con 55 esporas; la zona 2 con 48 esporas; la zona

1 con 35 esporas. La colonización más alta se encontró en la zona 1 (93 %); la zona 2 (87 %) y la zona 3 (85 %).

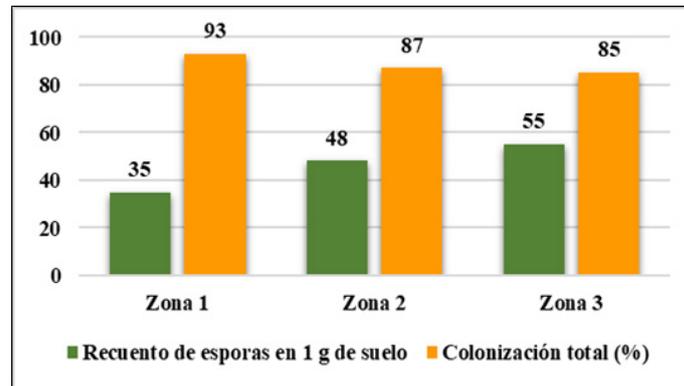


Figura 8. Recuento de esporas en suelo para latizal.

La Figura 9, muestra la colonización por esporas en 1 g de suelo para fustal; la zona 2 muestra mayor colonización con 74 esporas; la zona 3 con 58 esporas; la zona 1 con 42 esporas. La

colonización más alta se encontró en la zona 2 (89 %); la zona 3 (86 %) y la zona 1 (85 %).

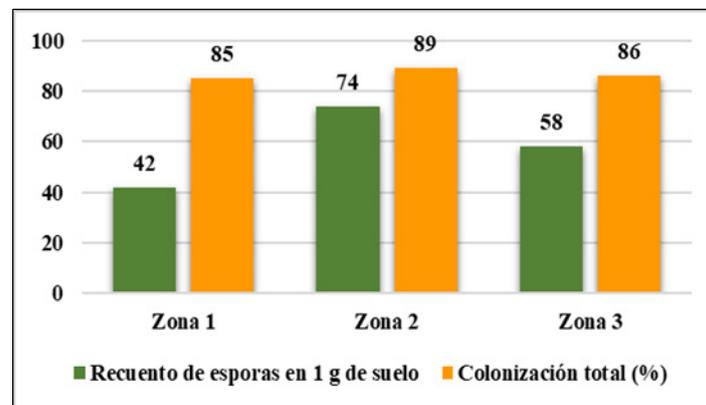


Figura 9. Recuento de esporas en suelo para fustal.

Identificación de los HMA

Las morfo especies identificados se agrupan en la clase Zygomycetes, familias: Acaulosporaceae, Entrophospraceae y Glomaceae. Acaulospora 4 morfo especies, Entrophospora 5 morfo especies

y Glomus 7 morfo especies. Los individuos y porcentajes por género: Glomus 39 individuos (74 %), Entrophospora 8 individuos (15 %) y Acaulospora 6 individuos (11 %); coincidiendo con el estudio de Arteaga et al. (20), que identificaron

a *Glomus*, *Entrophospora* y *Acaulospora*, concluyendo que, para una propagación vegetativa de especies leñosas, es necesario considerar el uso de micorrizas arbusculares para garantizar una adecuada nutrición.

De igual modo, Lizana (16) identificó 10 especies de HMA, asociados a *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, en muestras provenientes del bosque Horcón Alto- San Ignacio; las especies: *Glomus microaggregatum* Koske Gemma & Olexia, *Glomus deserticola* Trappe, Bloss y Mange, *Glomus occultum* Walter, *Glomus* sp., *Paraglomus oculum* Morton & Redacker, *Acaulospora morrowiae* Spain & Schenck, *Acaulospora scrobiculata* Trappe, *Acaulospora mellea* Spain & Schenck, *Entrophospora infrequens* (Halls) Ames & Schneider, *Scutellospora heterogama* (Nicol & Gerd) Walter & Sanders; conteniendo los géneros de esta investigación (*Acaulospora*, *Entrophospora* y *Glomus*).

En el estudio de Zapata (21), se evaluó micorrizas asociadas a especies forestales del bosque de Huamantanga, identificando *Glomus*, *Gigaspora*, y *Acaulospora*; donde *Glomus* es más dominante en *Hyeronima alchorneoides* con 68 morfo tipos; *Acaulospora* más dominante *Cinnamomum triplinerve* con 48 morfo tipos; y *Gigaspora* más dominante *Calyptrothrix raeusch* con 32 morfo tipos. Por otro lado, Toro (18), con un Sistema Agroforestal de *Coffea arabica* var. *catuai*, identificó en *Cordia alliodora* al género: *Glomus*; en *Eucalyptus saligna* a los géneros *Entrophospora* y *Glomus*; en *Acrocarpus fraxinifolius* a *Entrophospora* y *Glomus*. Las especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares identificados son los siguientes.

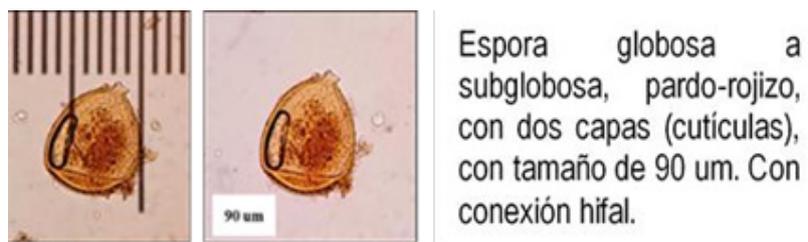


Figura 10. *Acaulospora* sp.1.



Figura 11. *Acaulospora* sp.2.



Figura 12. Acaulospora sp.3.



Figura 13. Acaulospora sp.4.



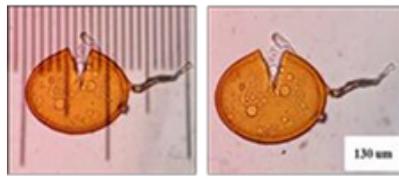
Figura 14. Entrophospora sp.1.



Figura 15. Entrophospora sp.2.

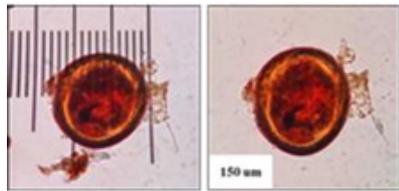


Figura 16. Entrophospora sp.3.



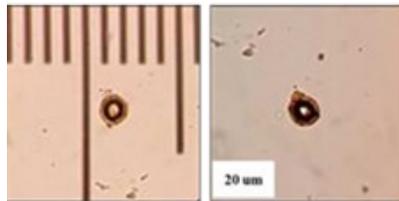
Espora globosa a subglobosa, de color pardo-rojizo, con dos capas, con un tamaño de 130 µm. La espora presenta conexión hifal

Figura 17. Entrophospora sp.4.



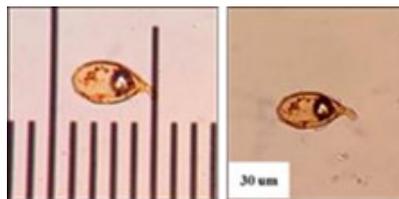
Espora globosa, de color rojo-oscuro, con una capa definida en su pared exterior, con un tamaño de 150 µm. Presenta conexión hifal.

Figura 18. Entrophospora sp.5.



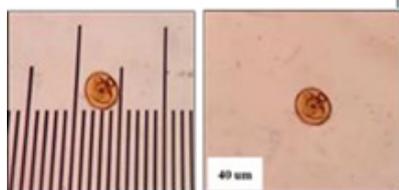
Espora globosa, de color rojo oscuro, con un tamaño promedio de 20 µm. La espora no presenta conexión hifal.

Figura 19. Glomus sp.1.



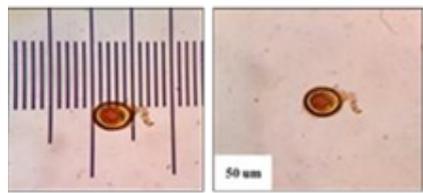
Espora globosa, de color amarillo-cremoso, con un tamaño de 30 µm. No presenta conexión hifal.

Figura 20. Glomus sp.2.



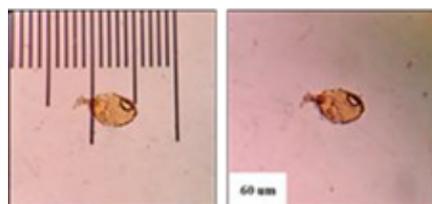
Espora globosa, color amarillento-cremoso, bordes ligeramente ondulados, un tamaño de 40 µm. No presenta conexión hifal.

Figura 21. Glomus sp.3.



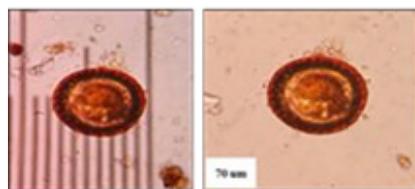
Espora triangular, cuenta con dos capas protectoras. La espora de color anaranjado con tonos amarillentos, con un tamaño de 50 µm. La espora no presenta conexión hifal.

Figura 22. Glomus sp.4.



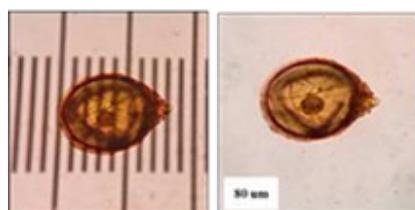
Espora globosa, con leves ondulaciones en los bordes, color anaranjado-claro, solo presenta una capa protectora, con un tamaño de 60 µm. La espora presenta conexión hifal.

Figura 23. Glomus sp.5.



Espora globosa, de color rojizo, con un tamaño promedio de 70 µm. La espora no presenta conexión hifal.

Figura 44. Glomus sp.6.



Espora globosa, color pardo-cremoso, presenta cuatro capas, con un tamaño de 80 µm. La espora presenta conexión hifal.

Figura 25. Glomus sp.7.

Los HMA que forman simbiosis con árboles son: *Acaulospora*, *Ambispora*, *Diversispora*, *Entrophospora*, *Funneliformis*, *Gigaspora*, *Glomus*,

Pacispora, *Paraglomus*, *Racocetra*, *Redeckera*, *Sacullospora*, *Scutellospora* (22). Los HMA en ecosistemas diferentes, varían entre 5 y 25 especies

diferentes de HMA, depende en gran parte de las especies hospederas o simbiotes; el número de esporas no siempre está correlacionado con el grado de formación micorrizal y su porcentaje de germinación varía en diferentes tiempos del año (23). Las especies de Podocarpaceae poseen nódulos esféricos, en series longitudinales a lo largo de las raíces, en colores y tamaños variables, blanquecinos hasta amarillos y marrones de 0.2 a 1.0 mm (24-26) citado por Diez y Toro (17).

Los nódulos de HMA difieren de los nódulos radicales fijadores de nitrógeno que poseen las plantas actinorrízicas y leguminosas, se caracterizan por ser cercanos y regularmente espaciados a lo largo de la raíz, en dos a cuatro filas longitudinales y de tamaño uniforme. En *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C. N. Page. los nódulos forman parte de la estructura de la raíz, no inducida por microorganismo alguno, pero juegan un papel importante en la asociación micorrizal, sirven de refugio para albergar al hongo micorrizógeno; en Podocarpaceae miden de 0.8 a 1.0 mm y no son originados por organismos simbiotes fijadores de nitrógeno (17).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio revelan una comunidad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) dominada por los géneros *Glomus*, *Entrophospora* y *Acaulospora*, asociados a *Retrophyllum rospigliosii* en el bosque de Huamantanga. Estos hallazgos coinciden con los de

Lizana (16), en el bosque Horcón Alto-San Ignacio, donde también se identificaron estos tres géneros como los más comunes asociados a esta especie. En ambos estudios se observa la dominancia de *Glomus* lo cual es consistente con lo reportado por Zapata, (21) en otras especies forestales del mismo bosque, sugiriendo que este género podría desempeñar un papel fundamental en las asociaciones micorrízicas de este ecosistema.

En este estudio se pudo identificar una diversidad de morfoespecies con un total de 16 morfoespecies distribuidas en los géneros *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Glomus*, es similar a la que reporta Lizana, (16). Sin embargo, se observan algunas diferencias en la abundancia relativa de cada género.

Por otro lado, en el presente estudio, *Glomus* fue el género más abundante, seguido de *Entrophospora* y *Acaulospora*, mientras que Lizana (16) reportó una mayor diversidad de especies dentro del género *Acaulospora*. Estas diferencias podrían atribuirse a factores como la variabilidad espacial del bosque, las características edáficas del sitio de muestreo o las diferentes etapas de desarrollo de las plantas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten establecer las siguientes conclusiones sobre la relación entre *Retrophyllum rospigliosii* y las micorrizas arbusculares.

Identificación del romerillo macho (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.) y descripción morfológica en las categorías de regeneración natural de brinzal, latizal y fustal, y su relación fitosociológica de 45 especies de árboles (81.8 %), 9 especies de arbustos (16.4 %), y una especie arborescente (1.8 %), representado por la especie *Cyathea delgadii* Sternb. s. lat., conocido como helecho arbóreo.

Las rizósfera con mayor porcentaje de colonización se encontraron en la categoría brinzal con 93.0 %, seguido de la categoría latizal con 88.3 %, y luego, la categoría fustal con 86.7 %. La mayor colonización de esporas en el suelo se encontró en la categoría brinzal con un promedio de 91.7 %, seguido de la categoría latizal con un promedio de 89 %, y luego, la categoría fustal con un promedio de 87.3 %.

Los géneros de HMA asociados al romerillo macho (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.), que fueron identificados son: *Acaulospora* con 4 morfo- especies, *Entrophospora* con 5 morfo- especies, y *Glomus* con 7 morfo-especies.

CONFLICTO DE INTERESES. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Molina M. Importancia del manejo de hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 2005. 18(2):162-175. <https://acortar.link/oEFIfO>
2. Rodríguez J. Efecto del biofertilizante Mycoral® (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (*Coffea arabica* L.) en vivero en Zamorano, Honduras. 2004. <https://acortar.link/fDNOmp>
3. Suclupe E. El Bosque de Huamantanga (Jaén). Una experiencia de gestión compartida de áreas de conservación municipal. Proyecto: Bosques del Chinchipe. CI-ITDG. Perú. 2007. 3-5. <https://acortar.link/ZOIIUG>
4. Colozzi A, Cardoso E. Detecção de fungos micorrízicos arbusculares em raízes de cafeeiro e de crotalaria cultivada na entrelinha. *Pesq. agropec. bras*. 2000. 35 (10). <https://acortar.link/aWJYBc>
5. Requena N, Serrano E, Ocón A, Breuninger M. Plant signals and fungal perception during arbuscular mycorrhizal establishment, *Phytochemistry*. 2007. 68 (1); 33–40. <https://acortar.link/N5HcaR>
6. Barea J, Richardson A. Phosphate mobilization by soil microorganisms. In: B. Lugtenberg (ed). *Principles of Plant-Microbe Interactions*. Springer. 2015. 225-234. <https://acortar.link/FUKAft>
7. Azcón-Aguilar C, Barea J. Aplicación de la biotecnología de micorrizas a la horticultura: significado y potencialidades. *Sci. Hortico*. 1997. 68 (1); 1-24. <https://acortar.link/XpxUuV>
8. Mandal G, Nandi A. Morphological and anatomical circumscription for the identification of two source plants of aphrodisiac medicine - *Chlorophytum borivillianum* Santapau & Fernandes and *Chlotophytum tuberosum* (Roxb.) Baker. *Int. J. Med. Ar. Plants*. 2012. 2 (1); 406- 410. <https://acortar.link/2P8i66>
9. Sánchez L. Variación de la población de hongos micorrízicos arbusculares en un suelo agrícola por efecto de la aplicación de vinazas de la industria del tequila. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Guadalajara, Jal. 2015. <https://acortar.link/eYZe8N>
10. Tropicos. Missouri Botanical Garden. St Louis. 2021. <https://www.tropicos.org/>
11. Lamprecht H. Silvicultura en los Trópicos, los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades para un aprovechamiento sostenido. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen

Eschborn, República Federal de Alemania. 1990. <https://acortar.link/UHDxvD>

12. Phillips J, Hayman D. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vasicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society. 1970. 55 (1):158-161. <https://acortar.link/UEI9eI>

13. Sieverding E. Manual de métodos para la investigación de la micorriza vesículo-arbuscular en el laboratorio. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 1983. <https://acortar.link/qj0IdE>

14. Gerderman J; Nicholson T. Spores of mycorrhizal endogene species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society. 1963. 46 (1):235-244. <https://acortar.link/d8TTSD>

15. Guerrero E, Hodson E. Micorrizas en *Decussocarpus rospigliosii* (Pilger) de Laubenfels, una *Podocarpacea* del bosque andino. En: *Universitas Scientiarum*. 1988. 2 (1):53-66. <https://acortar.link/R100Ce>

16. Lizana G. Evaluación de micorrizas arbusculares en especies forestales comercialmente rentables del bosque Horcón Alto- San Ignacio, Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú. 2015.

17. Diez G, Toro M. Exploración de relaciones simbióticas en raíces de pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*) (Pilg.) C.N. Page (*Podocarpaceae*) en un fragmento de bosque andino - Contrato 4444 de 2002. Programa Biodiversidad para el Desarrollo - Proyecto Manejo y Conservación de la Flora; Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín - Departamento de Ciencias Forestales. 2004.

18. Toro N. Evaluación de hongos micorrízicos arbusculares en un sistema agroforestal con café en Jaén - Perú. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú. 2018.

19. Montalván P. Evaluación de hongos micorrízicos en un sistema agroforestal con cacao en el distrito de Bellavista. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú. 2018.

20. Arteaga M., Tafur S., Pérez G., Pastor S., Batista A. Caracterización de la colonización por micorrizas en *Retrophyllum rospigliosii* Pilger en el bosque Huamantanga, Perú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 2020. <https://acortar.link/ISJe0Q>

21. Zapata D. Evaluación de micorrizas asociadas a las especies forestales maderables del Bosque de Huamantanga-Jaén-Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Jaén, Perú. 2015. <https://acortar.link/OnnYop>

22. Cadenillas M. Concentración óptima de micorrizas arbusculares nativas en el crecimiento y desarrollo de *Coffea arabica*. Universidad Nacional de Cajamarca. 2016.

23. León D. Evaluación y caracterización de micorrizas arbusculares asociadas a *Manihot sculenta* (yuca) en dos regiones de la Amazonía colombiana. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 2006. <https://acortar.link/qrS7OG>

24. Baylis G, McNabb R, Morrison T. The mycorrhizal nodules of *Podocarps*. Transactions of British Mycological Society. 1963. 46 (1): 378-384. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80031-5](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80031-5)

25. Furman T. The nodular mycorrhizae of *Podocarpus rospigliosii*. *Am. Jour. Bot.* 1970. 57(8):910-915. <https://acortar.link/iwwS7T>

26. Grez Z. Root nodules in Chilean conifers. *Revista Bosque*. 1988. 9(2), 93-96. <https://acortar.link/v2LRrK>