



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y

VETERINARIA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACION

Componente practico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como
requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

Influencia del pH del suelo en la multiplicación de las micorrizas

AUTOR:

Ronaldo Moisés Herrera Oyola

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, M.A.E

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2024

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de dar a conocer cómo influye el pH del suelo en diferentes tipos de micorrizas; Este fenómeno implica la formación de una estructura especializada donde, en una relación mutuamente beneficiosa, el hongo coloniza las raíces de la planta y de qué manera influye el pH en el suelo para la multiplicación de las micorrizas. En la elaboración del presente documento se recopiló información actualizada como lo son artículos científicos, sitios web y bibliotecas virtuales que aporten opiniones e ideas de autores que permitirán estudiar el proceso de la presente investigación. Se especificará la temática relevante sobre (la influencia del pH del suelo en multiplicación de las micorrizas). En suelos ácidos, las Ectomicorrizas, Orquideomicorrizas demuestran ser más tolerantes por el contrario las micorrizas Endomicorrizas y Ericomicorrizas muestran una adaptación favorable a suelos alcalinos por ende Implementar estrategias para ajustar el pH del suelo dentro de los rangos específicos recomendados para cada tipo de micorriza. Este enfoque promoverá una multiplicación más efectiva y beneficiosa, mejorando la salud general de las plantas hospedadas por otro lado Ajustar el pH con enmiendas adecuadas de manera precisa y específica es esencial para establecer una simbiosis saludable y eficiente con las micorrizas, mejorando así el crecimiento de las raíces de plantas y la microbiota de los suelos. En general, mantener un pH del suelo entre 5,5 y 7,5 del rango mencionado suele ser beneficioso para el establecimiento y la función saludable de las micorrizas, facilitando la absorción de nutrientes esenciales.

Palabras clave: Potencial Hidrogeno, hongos, micorriza, nutrición vegetal

SUMMARY

The purpose of this work is to reveal how soil pH influences different types of mycorrhizae; This phenomenon involves the formation of a specialized structure where, in a mutually beneficial relationship, the fungus colonizes the roots of the plant and how the pH in the soil influences the multiplication of mycorrhizae. In the preparation of this document, updated information was collected, such as scientific articles, websites and virtual libraries that provide opinions and ideas from authors that will allow the process of this research to be studied. The relevant topic will be specified (the influence of soil pH on mycorrhiza multiplication). In acidic soils, Ectomycorrhizas, Orchideomycorrhizas prove to be more tolerant, on the contrary, Endomycorrhizas and Ericomycorrhizas mycorrhizas show a favorable adaptation to alkaline soils, therefore, implement strategies to adjust the pH of the soil within the specific ranges recommended for each type of mycorrhiza. This approach will promote more effective and beneficial multiplication, improving the overall health of the host plants on the other hand. Adjusting the pH with suitable amendments in a precise and specific manner is essential to establish a healthy and efficient symbiosis with mycorrhizae, thus improving the growth of plant roots and soil microbiota. In general, maintaining a soil pH between 5.5 and 7.5 of the mentioned range is usually beneficial for the establishment and healthy function of mycorrhizae, facilitating the absorption of essential nutrients.

Keywords: Hydrogen Potential, fungi, mycorrhiza, plant nutrition

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos.	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Líneas de investigación.....	3
2.DESARROLLO	4
2.1 Marco conceptual	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2. Generalidades.	10
2.2. Marco metodológico	14
2.3. Resultados.....	15
2.4 Discusión de resultados.....	16
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
3.1. Conclusiones	18
3.2. Recomendaciones	19
4.REFERENCIAS Y ANEXOS.	20
4.1. Referencias bibliográficas.....	20
4.2. Anexos.....	25
.....	25

1.CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El vocablo "micorriza", cuya traducción literal es "raíz de hongo", fue acuñado por Frank (1885) para describir asociaciones simbióticas no patógenas y mutuamente beneficiosas entre las raíces de las plantas y los micelios de los hongos. En la actualidad, el concepto de "micorriza" se ha ampliado para abarcar asociaciones simbióticas entre hongos y plantas que no se limitan a las raíces, sino que también involucran otros órganos especializados para el intercambio de nutrientes, como se observa en las orquídeas y otras plantas aclorofílicas, así como en plantas "inferiores" que carecen de raíces verdaderas (Honrubia 2009).

El nivel de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas se determina por la propiedad química llamada pH. La actividad del protón (H⁺) en una solución acuosa, que se expresa como $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$, es el logaritmo negativo en su definición. El pH es crucial para el suelo porque actúa como la principal fuente de nutriente para la raíz y los microorganismos del suelo indicando acidez o alcalinidad de la solución del suelo. La escala de pH que se usa como instrumento de medición se encuentra en el rango de 0-14, con valores más bajos que indican acidez, valores medios que indican neutralidad y valores más altos que indican alcalinidad. (Osorio 2012).

Se ha demostrado que los hongos micorrízicos ganan tolerancia al pH ácido con grandes cantidades de IA absorbida, que ya es tóxica para las plantas, pero adquieren mayor resistencia a esa toxina, lo que les permite vivir en esos ambientes., que de otro modo no tendrían micorrizas, tendrían condiciones desfavorables para nuestro cultivo. Algunas especies de micorrizas toleran ciertos niveles de pH mejor que otras. Por ejemplo, las micorrizas arbusculares son generalmente más sensibles al suelo ácido que las ectomicorrizas. Esto significa que es posible que ciertos tipos de micorrizas no puedan formarse o funcionar tan eficientemente en suelos con un pH bajo como en suelos con un pH más cercano al neutro (Lomelí 2022).

1.2. Planteamiento del problema

El pH del suelo influye la disponibilidad de nutrientes por ende para el crecimiento de las plantas y, por tanto, la multiplicación y supervivencia de las micorrizas. Los cambios en el pH pueden tener un impacto en la capacidad de las micorrizas para ayudar a las plantas a absorber los nutrientes. La solubilidad de los nutrientes en el suelo está influenciada por el pH. Algunos nutrientes pueden estar más disponibles en suelos ácidos, mientras que otros pueden estar menos disponibles en suelos alcalinos; Ninguna especie de micorrizas puede crecer en suelos ácidos con un pH de 3,5, ni en suelos alcalinos con un pH de 9,5. El pH del suelo juega un papel fundamental en la supervivencia y reproducción de los hongos micorrízicos, y comprender esta relación es esencial para promover la salud del suelo y mejorar la microbiota del suelo.

La actividad enzimática de los hongos micorrízicos está influenciada por el pH del suelo. Las enzimas secretadas por las micorrizas descomponen la materia orgánica y liberan nutrientes beneficiosos para las plantas y los hongos. La eficacia de estas enzimas puede verse afectada por los cambios de pH; en el suelo, tiene un impacto significativo en la diversidad y actividad de la comunidad microbiana del suelo. Su modificación puede tener un impacto en la competencia entre varios microorganismos, lo que a su vez puede tener un impacto en la colonización y reproducción de las micorrizas.

1.3. Justificación

La presente investigación es de gran importancia ya que nos ayudara a entender multiplicación y supervivencia de los organismos del suelo y en especial de las micorrizas. La generalidad es mantener el pH del suelo entre 5,5 y 7,5 del rango mencionado suele ser beneficioso para el desarrollo de micorrizas y su funcionamiento saludable, facilitando el consumo de nutrientes esenciales para las plantas (Osorio 2012).

Un pH equilibrado asegura la disponibilidad óptima de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de las micorrizas y las plantas asociadas. El pH del suelo influye en la diversidad y actividad de la comunidad microbiana del suelo. Cambios en el pH pueden afectar las interacciones entre las micorrizas y otros microorganismos, lo que podría tener consecuencias para su supervivencia. salud del suelo.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

- Describir la influencia del pH del suelo, en la multiplicación de las micorrizas

1.4.2. Objetivos específicos

- Detallar los efectos que causa el pH del suelo en la multiplicación de los tipos de micorrizas.
- Establecer el pH óptimo en el suelo para la multiplicación de las micorrizas.

1.5. Líneas de investigación

Dominio: Recursos Agropecuarios, Ambiente, Biodiversidad y Biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuarios, Agroindustrial, Sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible, sustentable y Nutrición vegetal.

2.DESARROLLO

2.1 Marco conceptual

2.1.1 Origen

Micorriza, término derivado del griego (MYKOS = hongo, RHIZA = raíz), describe la relación simbiótica entre ciertos hongos del suelo conocidos como micosimbiontes y las raíces de las plantas superiores. Este fenómeno implica la formación de una estructura especial donde el hongo coloniza las raíces de la planta en una relación de beneficio mutuo. Un filamento micelial que consta de varias hifas se convierte en parte integral de la raíz. Actúa como un sistema radicular muy eficiente, mejorando la capacidad de la planta para obtener nutrientes y agua del suelo (Salgado 2017).

El potencial de las micorrizas en la alimentación es relevante dada la necesidad de incrementar la producción agrícola y reducir el uso de fertilizantes y pesticidas. La simbiosis entre plantas y hongos micorrícicos mejora la absorción y transporte de nutrientes, aunque su utilidad en la agricultura intensiva sigue siendo objeto de incertidumbre. Un mejor entendimiento de las interacciones microbianas en las raíces puede permitir optimizar los efectos positivos de las micorrizas en los cultivos. Este avance en conocimientos podría ser crucial para abordar los desafíos futuros en la producción de alimentos (Gupta 2012).

Camargo *et al.* (2003) realizaron un análisis del estado micorrizógeno de 50 especies de plantas en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán en México, incluyendo Acacia, Agave, Ferocactus, Mammillaria, Mimosa, Myrtillocactus y Opuntia, entre otras. Se descubrió que el 9% de las especies estaban colonizadas por HMA. En los matorrales xerófilos del Valle del Mezquital, se observó una colonización micorrizógena arbuscular en el 81 % de las especies de plantas, incluyendo Bouteloua, Flourensia y Prosopis.

Los 5 tipos de micorrizas son:

- Ectomicorrizas: Formadas por hongos Basidiomicetes y Ascomicetes, que desarrollan una capa de micelio en la zona cortical de las raíces de la planta. Se encuentran principalmente en especies forestales y leñosas.
- Endomicorrizas: Estas micorrizas se caracterizan por la colonización intracelular del córtex radical. Dentro de este tipo, existen tres subtipos:
 - Orquideomicorrizas: Asociadas a las Orquidiáceas.
 - Ericomicorrizas: Relacionadas con la familia Ericáceas y con estructuras similares a las ectendomicorrizas.
 - Micorrizas arbusculares: Destacan por la formación de arbusculos intracelulares y son ampliamente difundidas y de gran importancia económica y ecológica.
- Ectendomicorrizas: Estas micorrizas se caracterizan por una colonización dual de las raíces, formando un manto cortical externo e penetrando intracelularmente en el córtex.

Además, se mencionan ejemplos de hongos asociados con cada tipo de micorrizas

- Ectomicorrizas: Suillus, Cortinarius, Rhizopogon, Cenococcuym, Thelefora, Pisolithus.
- Orquideomicorrizas: Armillariella, Gymnopilus, Marasmius, Fomes, Xerotus, Ceratobasidium, Corticium, Sebacina, Tulasnella.
- Ericomicorrizas: Pezizella.
- Micorrizas arbusculares: Acaulospora, Entrophospora, Gigaspora, Glomus, Sclerocystis y Scutellospora.
- En las ectendomicorrizas: *Endogone*.

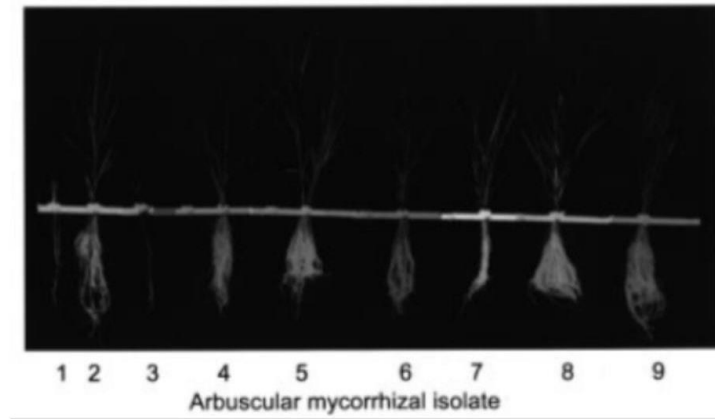


Figura1. Planta Micorrizada de panicum

Fuente: (Clark *et al.* 1999)

Cuáles son los efectos de las asociaciones micorrícicas

Las micorrizas provocan cambios morfológicos y anatómicos en las plantas, como cambiar la relación tallo-raíz, la estructura del tejido de la raíz, aumentar la lignificación y mejorar la asimilación de nutrientes. Estos efectos reflejan los complejos cambios metabólicos resultantes de la integración fisiológica de los simbioses. Además, las micorrizas interactúan con diversos microorganismos de la micorrizosfera y cooperan o compiten entre sí, especialmente con microorganismos patógenos. También interactúan con la microfauna de la rizosfera, aunque su papel protector puede ser relativo. (López y Barceló 2024).

El pH del Suelo

El pH del suelo es esencial para la disponibilidad de nutrientes de las plantas porque afecta la solubilidad y movilidad de los iones en la solución del suelo. El pH determinado en función de la concentración de iones de hidrógeno (H^+) e hidroxilo (OH^-) en la solución de tinte indica la acidez o alcalinidad del suelo. La absorción de nutrientes catiónicos por las plantas se ve afectada por la disponibilidad de iones H^+ en la rizosfera, donde la actividad microbiana es alta y la interacción entre raíces, microorganismos y minerales del suelo es activa (Osorio 2012).

El pH del suelo es un factor importante que influye en la disponibilidad de nutrientes de las plantas, la actividad microbiana, la toxicidad de los metales pesados y la estructura del suelo. Los requisitos del pH de las diferentes plantas varían para un crecimiento ideal mucho proceso, como la actividad de microorganismos, el desarrollo de las raíces de las plantas y la disponibilidad de nutrientes están influenciadas por el pH del suelo. El pH suele estar entre 4,5 y 8,0 en suelos naturales. Los suelos con pH de 6,5 a 7,5 se consideran neutros, suelos con pH inferior a 6,5 se consideran ácidos y suelos con pH superior a 7,5 se consideran alcalinos. La mayoría de los nutrientes vegetales están disponibles a un pH ligeramente ácido de 5,8 a 6,5 (Sela 2024).

Acidez y alcalinidad

Prismab (2022). El pH del suelo es inferior a 5,2 (ácido), lo que significa que los nutrientes como calcio, magnesio, nitrógeno, fósforo y boro no están disponibles para las plantas. Por otro lado, los oligoelementos como hierro, aluminio, manganeso, zinc y cobre tienen una alta solubilidad y disponibilidad. alto, disminuye y puede La mineralización de la materia orgánica se ralentiza en suelos muy ácidos e incluso puede detenerse por completo cuando la actividad microbiana disminuye en condiciones de pH bajo. Esto reduce la disponibilidad de fósforo y nitrógeno.

Las deficiencias de micronutrientes son comunes en suelos con un pH alto. En suelos muy ácidos con un pH inferior a 5,5 y en suelos alcalinos con un pH superior a 7,5, la disponibilidad de fósforo disminuye. En suelos alcalinos, el calcio se fija al fósforo y lo hace menos disponible por la formación de compuestos de fosfatos de calcio insolubles. En suelos ácidos, el fósforo se reacciona con el hierro y el aluminio y deja de estar disponible (Prismab 2022).

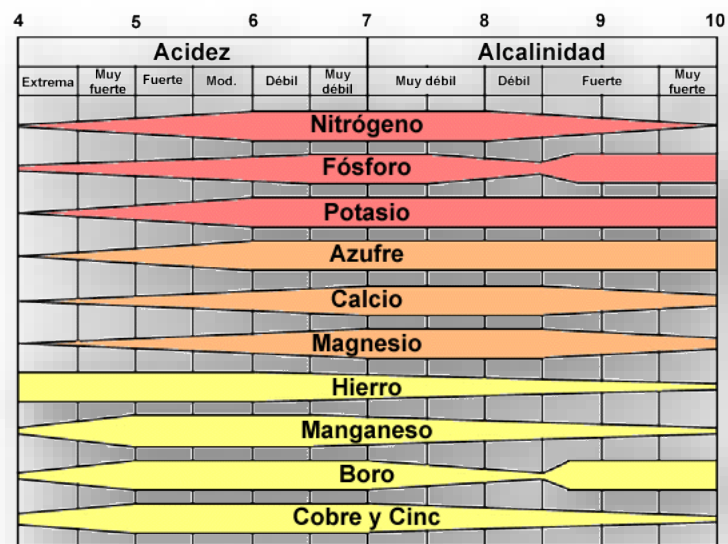


Figura 1. Acidez y Alcalinidad

(Prismab 2022)

Interacción con la Disponibilidad de Nutrientes

La nutrición de las plantas está influenciada por diversos factores, como minerales, microorganismos y moléculas orgánicas, los cuales están estrechamente relacionados con las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. La adición de materia orgánica o fertilizantes orgánicos minerales promueve este proceso al proporcionar moléculas que alimentan a las poblaciones microbianas que secretan enzimas necesarias para disolver minerales o mineralizar la materia orgánica. Sin embargo, estos aditivos no satisfacen plenamente las necesidades nutricionales de la mayoría de los cultivos. Estas dinámicas están influenciadas por elementos que afectan la fijación de nitrógeno o la producción de ácidos orgánicos que liberan fósforo, aunque también pueden afectar la biodisponibilidad de otros nutrientes o poblaciones microbianas del suelo (García *et al.* 2007).

Adaptación de Especies de Micorrizas al pH

El pH del suelo puede influir en la cantidad de esporas de Micorrizas presentes en los agroecosistemas debido a las concentraciones de fosfatos de

aluminio, hierro o calcio. En suelos con pH muy bajo, el aluminio soluble puede volverse tóxico para los hongos y las raíces de las plantas, afectando la formación de esporas de Micorrizas. En suelos alcalinos, el exceso de calcio puede impactar negativamente la colonización micorrícica; un pH óptimo proporciona condiciones equilibradas para el desarrollo de Micorrizas, favoreciendo la formación de esporas y promoviendo la salud de las plantas en agroecosistemas. Este entendimiento subraya la importancia de manejar el pH del suelo para optimizar las condiciones de crecimiento de las plantas, especialmente promoviendo asociaciones beneficiosas con los hongos micorrícicos arbusculares (Venegas *et al.* 2007).

La acidez o alcalinidad del suelo, expresada mediante el pH, ejerce una notable influencia sobre la abundancia de esporas de Micorrizas en los agroecosistemas; este fenómeno se atribuye a las concentraciones de fosfatos de aluminio, hierro o calcio presentes en el suelo, en entornos con pH significativamente bajo, la solubilidad del aluminio puede alcanzar niveles tóxicos para tanto los hongos micorrícicos como las raíces de las plantas, impactando negativamente en la formación de esporas de Micorrizas.

Contrariamente, en suelos alcalinos, la presencia excesiva de calcio puede afectar adversamente la colonización micorrícica; un pH óptimo del suelo establece condiciones equilibradas propicias para el desarrollo y la proliferación de esporas de Micorrizas, impulsando la salud general de las plantas en agroecosistemas

Los fertilizantes nitrogenados y fosforados sobre el suelo o enterrados, tienen influencia sobre las poblaciones de micorrizas. Dosis altas generan una influencia marcada en las poblaciones de hongos asociados a cacao, esencialmente sobre la población de esporas y porcentaje de colonización, mostrando en dosis medias a bajas poca afectación y con las altas disminución de estas variables (Latacela *et al.* 2017).

El manejo sostenible de suelos es uno de los principales retos actuales, para disminuir el uso de fertilizantes inorgánicos, por lo que los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) son una alternativa. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del riego y fertilización fosfórica sobre la población de HMA en suelo, en cacao CCN-51. Los tratamientos fueron lotes comerciales de cacao, con riego (150

mm ha⁻¹ mes⁻¹) y sin riego, con y sin fósforo (*Superfosfato Triple SPT* 100 kg ha⁻¹), combinado con los productos *Micor*® (*Glomus spp.*, *Pisolithus spp.*, *Rhizopogon spp.*), *Bioremedy*® (*Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mossae*) y *Huxtable*® (*Glomus spp.*); en dosis de 1,0 l ha⁻¹, 0,3 kg ha⁻¹ y 1,0 kg ha⁻¹, en su orden (Colina *et al.* 2022).

Colina *et al.* (2022) identificaron los géneros presentes de HMA en los suelos ligeramente ácidos y contabilizaron las poblaciones de esporas. Los predios fueron seleccionados en cinco cantones: Babahoyo, Montalvo, Vinces, Ventanas y Pueblo Viejo, en fincas con al menos 20 hectáreas de terreno, en los cuales se tomó una muestra de suelo homogénea de 500 g. El análisis microbiológico se realizó en los laboratorios de fitopatología de la UTB. Para la determinación de poblaciones de esporas se empleó el método de “tamizado en húmedo y decantación”,

2.1.2. Generalidades.

Efectos que causa el pH del suelo en la multiplicación de los tipos de micorrizas.

Ectomicorrizas.

Las micorrizas Ectomicorrizas representan una relación mutualista entre hongos y las raíces de las plantas, y son típicamente asociadas con árboles y arbustos. Con respecto al pH del suelo, las micorrizas Ectomicorrizas tienden a ser bien adaptadas a suelos más ácidos de lo normal, lo que sugiere que prosperarán en un pH más bajo. Si bien estas micorrizas Ectomicorrizas asociadas a suelo ácido, cada especie de hongo puede tener un conjunto único de necesidades, por lo que un análisis de suelo y conocimiento de las necesidades particulares de las plantas y hongos en un entorno específico son esenciales para proporcionar los ajustes óptimos para el desarrollo de micorrizas Ectomicorrizas. Los resultados de este estudio sugieren que, para permitir la optimización de la interacción planta-hongo-sitio, es fundamental tener en cuenta la variable del pH del suelo del pH del medio de crecimiento para algunas especies de hongos ectomicorrícicos. (Pereira *et al.* 2007).

Orquideomicorrizas.

En lugar de formar micorrizas ectomicorrízicas, las orquídeas forman asociación mutualista con hongos micorrízicos de orquídeas (OMOs). Este tipo de hongo son esenciales para la germinación de las semillas de orquídeas y proporcionan nutrientes a las plántulas en desarrollo. Las orquídeas y sus hongos micorrízicos generalmente prefieren suelos ligeramente ácidos en la escala de pH; ligeramente ácido a neutro. En general un área lateral de 5,5 a 6,5 mm se considera la óptima para un crecimiento exitoso de las orquídeas. A pesar de esto, es necesario recordar que estas preferencias pueden ser diferentes, según la especie particular de orquídea y el hongo con el cual se asocia (Intriago 2013).

La adaptabilidad de las orquídeas a suelos ligeramente ácidos se debe en parte a su capacidad para obtener nutrientes, especialmente fósforo, a través de la asociación con los hongos micorrízicos, ya que las orquídeas son conocidas por tener una relación micorrízica obligada durante al menos parte de su ciclo de vida.

Como siempre, para obtener los mejores resultados, se recomienda realizar un análisis de suelo y, si es necesario, ajustar el pH para que esté dentro del rango preferido por las orquídeas y sus hongos micorrízicos (Gómez 2015).

Ectendomicorrizas.

Aunque las ectendomicorrizas no son tan comunes como las micorrizas ectomicorrízicas o las endomicorrizas, se ha encontrado que algunas plantas, especialmente ciertas coníferas, pueden formar este tipo de asociación con hongos micorrízicos. Sin embargo, las investigaciones sobre las ectendomicorrizas están en curso y se están descubriendo más detalles sobre su función y distribución (Valdez *et al.* 2020).

En términos de pH del suelo, las plantas asociadas con ectendomicorrizas parecen tener una mayor tolerancia a suelos ácidos. Por lo tanto, estas micorrizas pueden adaptarse a un rango de pH que tiende a ser más bajo en comparación con las ectomicorrizas, que a menudo se asocian con suelos ácidos, pero no exclusivamente (Gálvez 2019).

El pH entre 4,5 y 6,5 puede ser adecuado para el desarrollo de plantas con ectendomicorrizas, pero la adaptabilidad específica puede depender de la planta y el hongo asociado. Como siempre, es recomendable realizar un análisis de suelo para determinar las condiciones específicas del lugar y ajustar el pH según sea necesario para promover la formación y funcionamiento de las ectendomicorrizas (Tirado 2017).

Endomicorrizas.

Las endomicorrizas son un tipo de simbiosis mutualista entre hongos y las raíces de las plantas; la mayoría de las plantas forman endomicorrizas, y este tipo de asociación es esencial para el crecimiento y la salud de muchas especies vegetales.

En términos de pH del suelo, las endomicorrizas tienden a ser más tolerantes a una amplia variedad de condiciones de pH. Se puede adaptar a suelos que van desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos. El rango de pH óptimo para el crecimiento de plantas endomicorrizas suele estar entre 5,5 y 7,5, y varía de ligeramente ácido a neutro y ligeramente alcalino. Es importante tener en cuenta que las adaptaciones específicas pueden depender de la planta y del hongo micorrízico asociado con la micorriza. Algunas plantas pueden variar ligeramente en el pH del suelo (Aguirre y Espinoza 2016).

Como siempre, se recomienda realizar un análisis de suelo para determinar las condiciones específicas de pH en un área determinada y ajustar el pH si es necesario para favorecer la formación y función de las endomicorrizas en función de las necesidades particulares de las plantas presentes. (Hernández *et al.* 2010).

Ericomicorrizas

Las ericomicorrizas son un tipo de simbiosis mutualista entre hongos y plantas pertenecientes a la familia Ericaceae, que incluye plantas como los arándanos, brezos y azaleas. Estas plantas son típicas de suelos ácidos y pobres en nutrientes. Por lo tanto, las ericomicorrizas se adaptan bien a suelos ácidos y

son esenciales para el crecimiento saludable de muchas especies de plantas acidófilas (Gavilánez 2019).

En términos de pH del suelo, las ericomicorrizas prosperan en suelos ácidos con un rango de pH que generalmente oscila entre 4,0 y 5,5. Este rango ácido es crucial para la absorción eficiente de nutrientes esenciales para estas plantas, como el hierro y el fósforo, que están disponibles en formas más solubles en suelos ácidos (Gálvez 2019).

Si cultivas plantas de la familia Ericácea o plantas que formen simbiosis con Ericomicorrizas, es importante el pH en este rango ácido para un desarrollo sostenible y saludable. Al igual que con otros tipos de micorrizas se recomienda realizar una prueba de suelo para determinar las condiciones específicas y ajustar del pH según la necesidad para apoyar el desarrollo y funcionamiento de las micorrizas (Campues 2023).

pH óptimo en el suelo para la multiplicación de las micorrizas

Ectomicorrizas

El pH del suelo ideal para muchas ectomicorrizas suele estar en el rango de 4,5 a 6,5. Estos hongos son comúnmente encontrados en bosques boreales y templados, donde los suelos tienden a ser ácidos. Sin embargo, las preferencias específicas pueden variar según la especie de hongo ectomicorrízico y la planta hospedera involucrada en la simbiosis (Winagraski 2014).

Orquideomicorrizas

Con relación al pH del suelo, las orquídeas y sus hongos micorrícicos generalmente prefieren suelos ligeramente ácidos o neutro. Generalmente se considera suficiente un rango de pH de 5,5 a 6,5 para el crecimiento exitoso de las orquídeas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las preferencias pueden variar ligeramente entre las diferentes especies de orquídeas y sus hongos asociados (Intriégao 2013).

Ectendomicorrizas

Un rango de pH entre 4,5 y 6,5 podría ser adecuado para el desarrollo de plantas con ectendomicorrizas, pero la adaptabilidad específica puede depender de la planta y el hongo involucrados en la asociación (Romero 2015).

Endomicorrizas

En términos de pH del suelo, las endomicorrizas tienden a ser más tolerantes a una amplia variedad de condiciones de pH. Pueden adaptarse a suelos que van desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos. El rango de pH óptimo para el crecimiento de las plantas con endomicorrizas generalmente se encuentra entre 5,5 y 7,5, lo que abarca desde ligeramente ácido hasta neutro o ligeramente alcalino (Franco y Gracia 2012).

Ericomicorrizas

En términos de pH del suelo, las ericomicorrizas prosperan en suelos ácidos con un rango de pH que generalmente oscila entre 5,5 y 7,5. Este rango ácido es crucial para la absorción eficiente de nutrientes esenciales para estas plantas, como el hierro y el fósforo, que están disponibles en formas más solubles en suelos ácidos (Gavilánez 2019).

2.2. Marco metodológico

Para el presente documento se reúne información de documentos actuales artículos de investigación, bibliotecas virtuales y sitios web para ayudar a presentar las opiniones e ideas de los actores que permitan desarrollos de investigación. Se identificaron temas relevantes Influencia del pH del suelo en la multiplicación de las micorrizas. Este trabajo se desarrolló como una investigación bibliográfica no experimental utilizando la técnica de análisis, revistas, textos actuales, artículos síntesis y resumen de los datos recopilados.

2.3. Resultados

Los resultados de las condiciones de pH en la multiplicación de las micorrizas pueden variar según las especies específicas de hongos micorrícicos y plantas hospederas, así como las características del suelo, especies de micorrizas, como las Ectomicorrizas, pueden ser tolerantes a suelos ácidos, las Orquideomicorrizas son tolerantes a un suelo ácidos, las Ericomicorrizas. En estas condiciones, puede haber beneficios en la absorción de nutrientes, como el fósforo. Sin embargo, en suelos muy ácidos (3,5) la disponibilidad de algunos nutrientes esenciales puede disminuir, afectando negativamente la multiplicación de ciertas especies de micorrizas y el crecimiento de las plantas hospederas.

Algunos tipos de micorrizas pueden ser eficientes en suelos alcalinos. La absorción de nutrientes, como el fósforo, pueden favorecer en estas condiciones. Otros hongos micorrícicos pueden ser menos eficientes en suelos alcalinos lo que afecta la diversidad de las micorrizas y su capacidad para beneficiar a las plantas hospederas. Las micorrizas que se adaptan a pH alcalinos son las Endomicorrizas y las Ericomicorrizas son tolerantes a suelos alcalinos.

Es crucial tener en cuenta tanto los cambios en el pH de las plantas en cuestión como el pH de la micorriza para lograr una simbiosis eficaz entre la micorriza y la planta hospedera. Para muchas ectomicorrizas, el pH del suelo debe estar entre 4,5 y 6,5. Para que las micorrizas de las orquídeas prosperen, se cree que un rango de pH de 5,5 a 6,5 es suficiente. Un rango de pH de 4,5 a 6,5 podría ser adecuado para el desarrollo de las plantas con ecendomicorrízicas. El rango de pH óptimo para el crecimiento de plantas endomicorrízicas suele ser de 5,5 a 7,5 y las plantas ericomicorrízicas prosperan en suelos ácidos con un pH normalmente en el rango de 4,0 a 5,5.

Ajustar el pH del suelo al rango óptimo puede conducir a un aumento positivo en el crecimiento de micorrizas y, por tanto, en la salud y el crecimiento de las plantas. Esta regulación se puede lograr agregando aditivos adecuados como

cal para elevar el pH o agregando materia orgánica para reducir la acidez, fijando y manteniendo el pH del suelo en un rango óptimo promueve el crecimiento y la eficiencia de las micorrizas, facilitando la simbiosis saludable y mejora la nutrición de las plantas hospedantes. Sin embargo, se deben tener en cuenta las especificidades de las especies involucradas para obtener los mejores resultados.

2.4 Discusión de resultados.

Las micorrizas son comunes y se asocian con una amplia variedad de plantas, además un pH del suelo extremadamente ácido (3,5) o alcalino puede inhibir su multiplicación y actividad, de acuerdo con estudios realizados con Bustamante (2019), indica que la micorriza Arbusculare en suelos alcalino pueden mantener asociaciones simbióticas beneficiosas con las plantas, mientras que Ectomicorrizas existe disponibilidad de nutrientes, cambios en la comunidad microbiana

Además, la influencia del pH ácido en las micorrizas Orquideomicorrizas influyen en la competencia entre las micorrizas y otro microorganismo presente en el suelo, de acuerdo con lo dicho por EcologiaVerde (2021), las condiciones de pH específicas pueden favorecer el crecimiento de ciertos tipos de microorganismos sobre otros, lo que puede afectar la formación y la función de las orquideomicorrizas.

Además, las Ericomicorrizas en suelos ácidos favorece en puede mejorar la disponibilidad de estos nutrientes, lo que a su vez beneficia la formación y función de estas, concuerdo con Montiel (2017), que asegura que Las plantas asociadas con ericomycorrizas tienen una alta afinidad por ciertos nutrientes, como el hierro y el fósforo, que pueden ser más solubles y disponibles en suelos ácidos, un pH del suelo más bajo (ácido).

El pH óptimo para el crecimiento y la multiplicación de las micorrizas puede variar según las especies específicas de hongos micorrícicos y las plantas hospederas involucradas. Sin embargo, en general, las micorrizas suelen prosperar en un rango de pH ligeramente ácido a neutro. Con la revisión bibliográfica concuerdo con lo dicho por INCA (2019), que presento en su estudio una descripción general de los resultados típicos en relación con el pH óptimo para las micorrizas. pH Ligeramente Ácido a Neutro: Muchas especies de hongos micorrícicos, especialmente las micorrizas arbusculares, tienden a tener un rendimiento y multiplicación óptimo en suelos con un pH que varía entre 5,5 y 7,5.

En este rango de pH, se favorece la disponibilidad de nutrientes esenciales, como el fósforo, que es crucial para el desarrollo de las plantas hospederas y la eficiencia de las micorrizas en la absorción de nutrientes. Para lograr una simbiosis efectiva entre las micorrizas y las plantas hospederas, de acuerdo con Pérez *et al.* (2021), indica que se debe de ajustar el dentro del rango óptimo para su multiplicación, cómo la ericimicorizas que se adaptan a un pH más ácido del suelo, y así obtener resultados positivos en la multiplicación de estas y, por lo tanto, en la salud y el crecimiento de las plantas, sin embargo, se deben tener en cuenta las especificidades de las especies involucradas para obtener los mejores resultados.

3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

1. La acidez o alcalinidad del suelo, expresada mediante el pH, ejerce una notable influencia sobre la abundancia de esporas de Micorrizas en los agroecosistemas; este fenómeno se atribuye a las concentraciones de fosfatos de aluminio, hierro o calcio presentes en el suelo, en entornos con pH significativamente bajo, la solubilidad del aluminio puede alcanzar niveles tóxicos para tanto los hongos micorrícicos como las raíces de las plantas.
2. Contrariamente, en suelos alcalinos, la presencia excesiva de calcio puede afectar adversamente la colonización micorrícica; un pH óptimo del suelo establece condiciones equilibradas propicias para el desarrollo y la proliferación de esporas de Micorrizas, impulsando la salud general de las plantas en agroecosistemas.
3. Se debe generar un cambio en la manera de trabajar de los agricultores (disminución de cargas químicas) ya que si utilizamos muchos fertilizantes nitrogenados el pH del suelo puede elevarse, por otro lado, suelos con exceso de aluminio tiende a hacer más bajo, mismo que garanticen la multiplicación de los hongos.
4. El rango de pH óptimo depende del tipo de micorriza, lo que enfatiza la importancia de conocer preferencias para lograr una simbiosis saludable y efectiva. Regular el pH del suelo con enmiendas apropiadas se convierte en una práctica apropiada para promover la salud y el crecimiento de las plantas a través de una simbiosis efectiva con micorrizas.

3.2. Recomendaciones

- Se recomienda hacer Análisis microbiológico del suelo, implementar estrategias para ajustar el pH del suelo dentro de los rangos específicos recomendados para las micorrizas.
- En suelos ácidos se debe considerar la utilización de Ectomicorrizas en cultivos que requieran una mayor absorción de fósforo.
- En suelos netamente agrícola, que hacemos riegos de agua de pozo tiende hacer un poco alcalino se recomienda las endomicorrizas pues son la que mayormente proliferan y colonizan.
- Ajustar el pH del suelo dentro de los rangos específicos favorece la multiplicación y eficacia de distintos tipos de micorrizas, mejorando la simbiosis y la absorción de nutrientes por parte de las plantas hospedadas.

4.REFERENCIAS Y ANEXOS.

4.1. Referencias bibliográficas.

Camargo, S. Dhillon, S. 2003. Endemic *Mimosa* species can serve as mycorrhizal "resource islands" within semiarid communities of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico (en línea) . Mycorrhiza Consultado.1 de dic 2023. Disponible https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=8105581&pid=S0187-3180201500010000400009&lng=es .

Arocha, M; Pérez. E; Fernández, K. 2019. Efecto del pH del medio de cultivo en el crecimiento presimbiótico de *Rhizoglyphus irregularis*. Universidad de Gent, Bélgica. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. (en línea) Cuba. Consultado.1 de dic 2023. Disponible <https://www.redalyc.org/journal/1932/193262825008/html/#B6>.

Rivillas, C; Calle, C; Ángel, A. 2019. Aplicación de ciencia tecnología e innovación en el cultivo del café ajustada a las condiciones particulares del Huila (en línea) Colombia. Consultado.1 de dic 2023. Disponible en <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4223/1/Cap03.pdf>

Osorio, N. 2012. Ph del suelo y disponibilidad de nutrientes. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal. (en Línea)1(4) Colombia. Consultado. 1 de Dic 2023. Disponible en <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>

Honrubia, M. 2009. Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. Anales del Jardín Botánico de Madrid. (en línea) España. Consultado 1 dic. 2023. Disponible <https://www.redalyc.org/pdf/556/55612935012.pdf>

García, F; Medina, M; Guarín, J; Roa, C. (2007). La disponibilidad de nutrientes para las plantas, consecuencia de interacción, química, biológica y

bioquímica. Consultado. 15 dic 2023 Disponible.
https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult_cient/article/view/318

Reyna S, 2012. Truficultura. fundamentos y técnicas, Segunda edición. (En línea)
Consultado 15 dic 2023. Disponible <https://fungo.es/truficultura/>

Salgado M, 2017. Micorrizas del suelo. Ingeniero Agrónomo Fitotecnista Facultad
de Ciencias Agrícolas. (en línea) México. Consultado 12 dic 2023. Disponible
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70635/secme-10871_1.pdf?sequence=1

Peña-Venegas, C. P., Cardona, G. I., Arguelles, J. H., & Arcos, A. L. (2007).
Micorrizas arbusculares del sur de la amazonia colombiana y su relación
con algunos factores fisicoquímicos y biológicos del suelo. *Acta Amazónica*,
37(3), 327-336. doi: 10.1590/S0044-59672007000300003. Consultado 12
dic 2023. Disponible
<https://www.scielo.br/j/aa/a/gS8tsw9dvgJMwyTsP4wKYtS/>

Osorio N, 2012. pH DEL SUELO Y DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES. Manejo
Integral del Suelo y Nutrición Vegetal. (en Línea) Colombia. Consultado. 12
dic 2023 Disponible
<https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/pH-del-suelo-y-nutrientes.pdf>

Sela G, 2024. El pH del suelo. Consultado 26 de febrero 2024. Disponible
<https://cropaia.com/es/blog/el-ph-del-suelo/>

Naranjo, J., Mora-González , A., Oviedo-Anchundia , R., Naranjo-Torres , H.,
Flores-Cedeño , J., & Barcos-Arias , M. 2022. Estudio preliminar de micorrizas
arbusculares presente en *Phytelephas aequatorialis* localizado en tres
agroecosistemas costeros . *CIENCIA UNEMI*, 15(39), 65-75. Consultado 12 dic
2023. Disponible <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss39.2022pp65-75p>

- Lopez C, Barcelo A, 2024. Sobre micorrizas. Consultado 12 dic 2023 Disponible [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache: F0c0yyyS2sJ:hhttps://www.uma.es/estudios/centros/Ciencias/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS55/micorrizas.html&hl=es&gl=ec](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:F0c0yyyS2sJ:hhttps://www.uma.es/estudios/centros/Ciencias/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS55/micorrizas.html&hl=es&gl=ec)
- Aguirre, F; & Espinosa, J. 2016. Crecimiento y rendimiento de *Capsicum annum* L. inoculado con endomicorriza y rizobacterias. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 7(7), 1539-1550. Consultado el 10 de feb. del 2024. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000701539
- Campues, A. 2023. Efecto de micorrizas arbusculares en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Ing. Agro. Ibarra, Ecuador Universidad Técnica de Ambato 32-45 p.
- Franco, L; & García, M. 2012. Caracterización de las endomicorrizas y siete grupos de microorganismos en agrosistemas del Piedemonte Amazónico, Colombia. Acta Biológica Colombiana, 17(2): 351-364. Consultado el 10 de feb. del 2024. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2012000200010&script=sci_arttext
- Gálvez, J. E. M. 2019. Desert truffle cultivation: new insights into mycorrhizal symbiosis, water-stress adaptation strategies and plantation management (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia 78 – 90 p.
- Gavilanes, A. 2019. "Evaluación de complejos micorrízicos asociados al cultivo de plántulas de café (*Coffea canephora*)" Bachelor's thesis, Babahoyo Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 23 – 45 p.
- Gómez, L. 2015. Efecto de concentraciones de esporas de *Glomus* sp. en *Zea mays* "maíz"; en condiciones de invernadero. Ayacucho Ecuador. Universidad Técnica de Bolívar 45 p.
- Hernández, M; Terán, G; Albornoz, P. 2010. Morfología, anatomía y endomicorrizas en el esporofito de *Doryopteris concolor* (Pteridaceae). Lilloa, 74-84. Consultado el 10 de feb. del 2024, Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Marcela-Hernandez-5/publication/315500795 Morfologia anatomia y endomicorrizas en el es](https://www.researchgate.net/profile/Marcela-Hernandez-5/publication/315500795_Morfologia_anatomia_y_endomicorrizas_en_el_es)

[porofito de Doryopteris concolor Pteridaceae/links/58ea87cca6fdccb4a834ef81/Morfologia-anatomia-y-endomicorrizas-en-el-esporofito-de-Doryopteris-concolor-Pteridaceae.pdf](https://doi.org/10.1080/10543607.2017.1336140)

Intriago, A. 2013. Efecto de la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares en plantas de *Phaseolus vulgaris* L.(fréjol) (Tesis de licenciatura, Quevedo, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 45 p.

Romero, J. 2015. Las micorrizas arbusculares-alternativa como biofertilizante para la conservación de la microbiota nativa de suelos colombianos.Consultado el 10 de feb. del 2024. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/3bb925ce-097f-4043-bae7-283ba5fde420/content>

Tirado, A. 2017. Presencia de esporas de hongos micorrízico arbusculares en suelos del Bosque Alto Andino, Parque Natural Chicaque. Consultado el 10 de feb. del 2024. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5930>

Valdés, E; Abarca, C; Colombo, R; Silvani, V. 2020. Introducción y generalidades (en línea) Consultado 10 de feb. del 2024. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/140218>

Winagraski, E. 2014. Dinâmica de ectomicorrizas em um plantio adulto de *Pinus taeda* submetido a adubação e calagem no município de Jaguariaiva, Ing. Agrop. Ciudad de Panamá, Panamá. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 34-66 p.

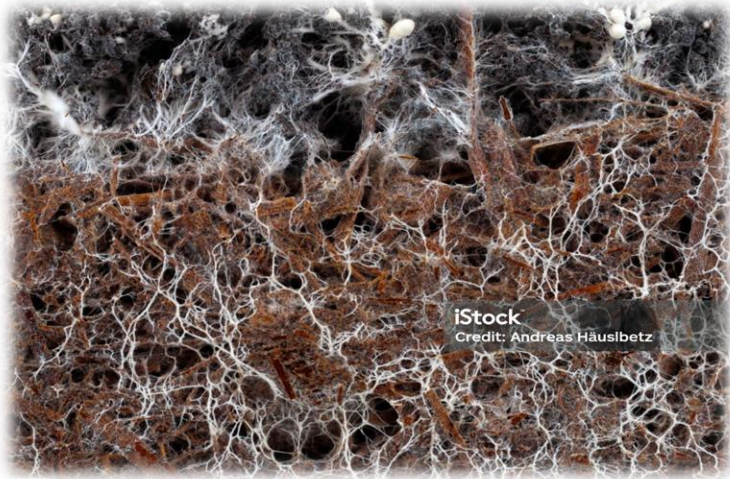
Prismab. 2022.Calidad del suelo. Parte 3: pH y acidez del suelo. Consultado 26 de febrero 2024. Disponible <https://prismab.com/blog/calidad-del-suelo-parte-3-ph-y-acidez-del-suelo/#:~:text=El%20grado%20de%20acidez%20o,%2C5%20y%208%2C0.>

Latacela, W; Colina, E; Castro, C; Santana, D; Leon, J; Garcia, G; Goyes, M; Vera, M. 2017. Efectos de la fertilizacion nitrogenada y fosforica sobre poblacion de micorriza asociadas al cultivo de cacao (en linea). Revista European Scientific Journal 13(4): 1857-7881. Consultado el 3 de ene. 2024. Disponible en <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n6p464>

Colina, A; Martinez, J; Segovia, E; Maldonado, Y; Albornoz, A. Investigacion resiliente para una agrocultura sostenible. XVII jornada científico técnicas de la facultad de agronomía. 10 del 2022, Zulia , Venezuela.

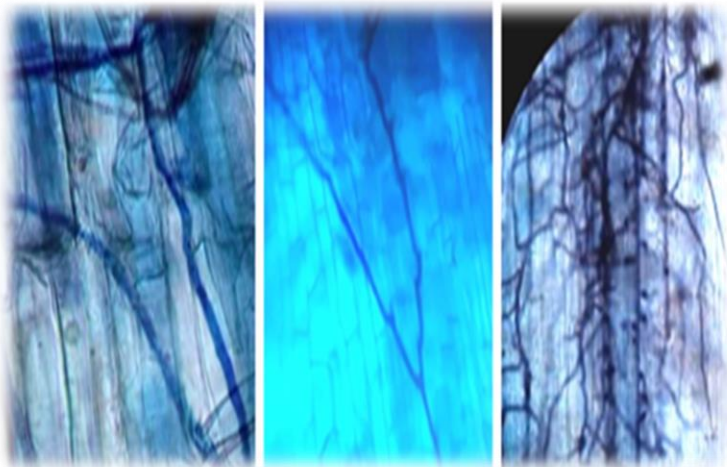
Tomita, K; Marini, P; Vázquez, G; Díaz, L. 2022. Memoria. Científicas del XIV congreso latinoamericano. (3, 2022, Guayaquil, Ecuador). ISBN.

4.2. Anexos



Anexo 1. Estructura del micelio de hongo Anexo

Fuente. (Häuslbetz 2023).



Anexo 2. Hifas coloreadas con azul de Tripano

Fuente. (Arteaga 2022).