IDENTIFICACIÓN DE HONGOS DEL BOSQUE COMO HERRAMIENTA DE ORIENTACIÓN

PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS AGROAMBIENTALES EN LA GUAJIRA



SENA

SENNOVA

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

ISSN 2619 - 2896

03 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS DEL BOSQUE COMO HERRAMIENTA DE ORIENTACIÓN PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS AGROAMBIENTALES EN LA GUAJIRA

IDENTIFICATION OF FOREST FUNGI AS A GUIDING TOOL FOR THE DEVELOPMENT OF AGRO-ENVIRONMENTAL PROJECTS IN LA GUAJIRA

Wendy Yoseth Colmenares Suarez
Ingeniera de Medio Ambiente, Universidad de La Guajira. Email: wendy3colmenares@gmail.com

Luis Rubiano
Magíster en Ciencias Ambientales Servicio Nacional de Aprendizaje, Email: larubiano@sena.edu.co

Edilberto Bello
Especialista tecnológico en innovación y desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria, Servicio Nacional de Aprendizaje, Email: ebello@sena.edu.co

Dina Hernández
Especialista en gerencia de la calidad, Servicio Nacional de Aprendizaje, Email: drhernandez@sena.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene como propósito identificar especies fúngicas presentes en el suelo del Bosque MB, ubicado en el departamento de La Guajira, Colombia, como herramienta biotecnológica que permita orientar el desarrollo de proyectos agroambientales en la región. La investigación surge a partir de la necesidad de atender los problemas de degradación y salinización de suelos que afectan la seguridad alimentaria y la biodiversidad local. La metodología contempla la recolección de muestras de suelo, aislamiento e identificación de especies fúngicas por técnicas microscópicas y moleculares, y la evaluación preliminar de sus potenciales beneficios y riesgos agroambientales. Se espera obtener información que contribuya a la gestión sostenible de los suelos y al diseño de estrategias productivas con menor impacto ambiental.

Palabras claves: microorganismos, fúngicos, suelo, agroambiental, La Guajira.

ABSTRACT

This article aims to characterize fungal species present in the soil of the MB Forest, located in the department of La Guajira, Colombia, as a biotechnological tool to guide the development of agro-environmental projects in the region. The research arises from the need to address soil degradation and salinization problems that affect food security and local biodiversity. The methodology involves soil sampling, isolation and identification of fungal species using microscopic and molecular techniques, and the evaluation of their potential agro-environmental benefits and risks. It is expected to obtain information that contributes to the sustainable management of soils and the design of productive strategies with lower environmental impact.

Keywords: microorganisms, fungi, soil, agro-environmental, La Guajira.

INTRODUCCIÓN

Los impactos del cambio climático y las prácticas agroindustriales han deteriorado significativamente los suelos, afectando la biodiversidad, la producción de alimentos y la sostenibilidad de los ecosistemas. En el caso de La Guajira, el 90% de los suelos presentan procesos de salinización, lo que reduce la actividad microbiana beneficiosa y limita la capacidad productiva del territorio (IDEAM, 2018). Frente a esta problemática, la investigación busca explorar el potencial de los microorganismos presentes

en el Bosque MB como una alternativa para fortalecer la gestión sostenible de los suelos, contribuir a la seguridad alimentaria y orientar proyectos agroambientales.

DESARROLLO

Los suelos son ecosistemas vivos que albergan una amplia diversidad de microorganismos que cumplen funciones ecológicas esenciales, entre ellas la descomposición de materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y la mejora de la estructura del suelo. Según la FAO (2024), en América Latina el 75% de los suelos presentan algún grado de degradación, lo cual limita el desarrollo sostenible de la agricultura. En este contexto, los hongos del suelo son de particular interés por su capacidad de establecer relaciones simbióticas con las plantas, mejorar la absorción de nutrientes y contribuir al control biológico de plagas. Estudios recientes en Costa Rica han demostrado el potencial de especies fúngicas para el control biológico en cultivos de importancia económica (Ugalde-Monge et al., 2024).

Los hongos filamentosos constituyen una parte esencial del microbioma del suelo, desempeñando funciones determinantes en la descomposición de la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes y el mantenimiento del equilibrio ecosistémico (Fischer y Requena, 2022; Ferreira, Varjani y Taherzadeh, 2020). Estos organismos eucariotas heterotróficos se caracterizan por la presencia de una pared celular compuesta por quitina o celulosa y por un crecimiento micelial formado por hifas ramificadas que conforman colonias multicelulares visibles, comúnmente denominadas mohos (Isaac,1991; Webster y Weber, 2007).

Gracias a su versatilidad metabólica y estructural, los hongos filamentosos habitan en ambientes diversos como el suelo, el agua y zonas extremas, mostrando una notable plasticidad ecológica que les permite adaptarse a condiciones adversas de temperatura, salinidad y escasez de nutrientes (Hawksworth y Lücking, 2017; Selbmann et al., 2013). Además, su diversidad funcional les permite establecer relaciones ecológicas con múltiples organismos, actuando como saprótrofos, simbiontes o parásitos, contribuyendo tanto positiva como negativamente en los sistemas biológicos (Naranjo y Gabaldón, 2019; Sun et al., 2019).
El crecimiento constante de la población mundial demanda estrategias agrícolas sostenibles que respondan al aumento en la producción de alimentos bajo los principios de la sostenibilidad y la economía circular (Vassilev y de Oliveira, 2024). En este contexto, el aprovechamiento de los hongos filamentosos representa una alternativa prometedora frente a los desafíos actuales de la agricultura, al contribuir a reducir los costos de producción, fortalecer la seguridad alimentaria y mitigar el impacto ambiental sin afectar los niveles de rendimiento (Rigobelo, 2025).

Los hongos se han consolidado como una fuente fundamental de sustancias bioactivas para la investigación farmacéutica, impulsando la obtención de diversas clases de fármacos, entre ellos antibióticos, inmunomoduladores, antifúngicos y agentes antitrombóticos (Saxena, 2019). Así mismo el papel de los hongos filamentosos en los ecosistemas naturales ha sido aprovechado a nivel industrial para la producción de ácidos orgánicos, antibióticos, enzimas y alimentos fermentados, mediante el uso de formulaciones de medios de cultivo de alta calidad (Troiano y Dumont , 2020).

Paralelamente, algunos hongos filamentosos han establecido interacciones con las plantas y se han convertido en endófitos, habitando de manera asintomática en sus tejidos. Estos se destacan por la síntesis de una amplia gama de compuestos bioactivos y moléculas señalizadoras, producto de su estrecha coexistencia y coevolución con las plantas hospedantes (Saxena, 2024).

Por otro lado, las interacciones simbióticas de los hongos filamentosos con otros microorganismos y organismos superiores han sido objeto de creciente interés, evidenciándose mecanismos sinérgicos en co-cultivos con bacterias, algas y plantas. Estos sistemas mixtos resultan especialmente relevantes para la eliminación de microcontaminantes en aguas residuales y la optimización de procesos biotecnológicos en ecosistemas microbianos complejos (Chandra y Chowdhary, 2015; de lima et al., 2018).

La región de La Guajira, caracterizada por su clima semiárido y sus prácticas agropecuarias tradicionales, representa un escenario de interés para el estudio de la diversidad fúngica. La comprensión de las comunidades de hongos filamentosos en sus suelos permite no solo aportar conocimiento sobre la ecología microbiana local, sino también identificar potenciales aplicaciones en el manejo sostenible de los recursos agrícolas (Choudhary et al, 2022).

En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la diversidad de colonización de hongos filamentosos en suelos de zonas de La Guajira y analizar sus perspectivas actuales en relación con la importancia agropecuaria, ambiental y sanitaria.

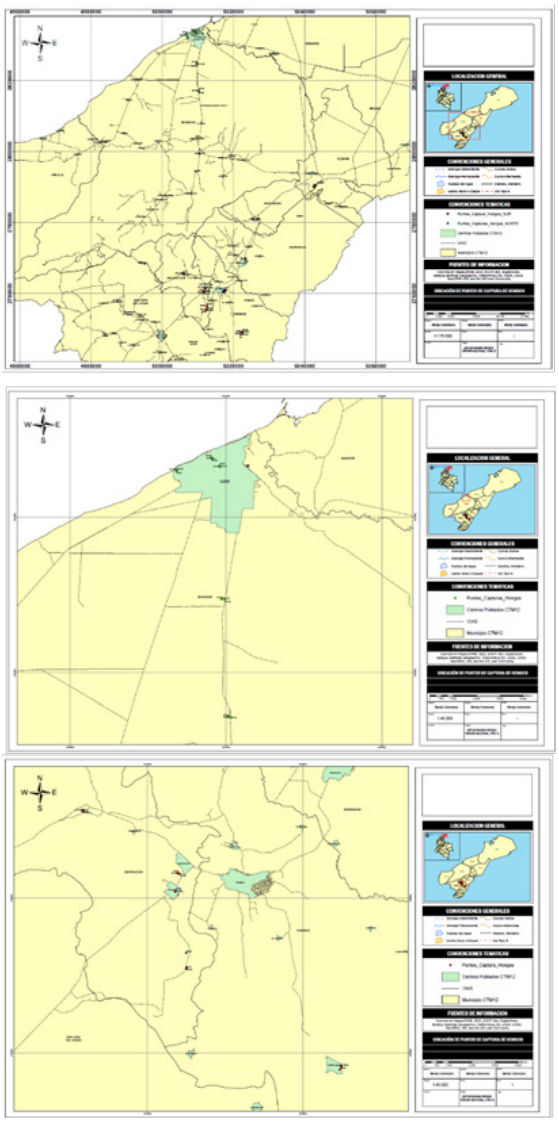
MÉTODOS

La investigación es de tipo descriptivo-exploratorio, con un diseño experimental aplicado en el Bosque MB, departamento de La Guajira. La población corresponde a muestras de suelo representativas del área de estudio, de las cuales se realizará el aislamiento de especies fúngicas mediante técnicas de cultivo y desinfección de materiales. Posteriormente, se llevará a cabo la identificación morfológica y molecular de los hongos presentes, así como la valoración de riesgos y beneficios agroambientales asociados.

Área de estudio

Este fue un estudio descriptivo y transversal en el que se aislaron hongos filamentosos del suelo de diez instituciones educativas ubicadas en zonas rurales de tres municipios del departamento de La Guajira, Colombia: Riohacha, Distracción y Fonseca. El muestreo se realizó durante el mes de julio de 2025. La Figura 1 muestra el área de estudio.

Figura 1.
Mapas de puntos de muestreo, General, Norte y Sur.



El departamento de La Guajira presenta todos los pisos térmicos característicos de la zona intertropical, con una humedad re-

lativa promedio del 70% y una temperatura que oscila entre 35 °C y 40 °C por debajo de los mil metros de altitud (Gobernación de La Guajira, 2021). El uso del suelo en el departamento se orienta principalmente a las actividades pecuarias, con 1.603.842 hectares [ha] (92%), seguidas por las actividades agrícolas con 24.412 ha (1%), otros usos con 60.576 ha (4%) y una proporción menor de 48.479 ha (3%) destinada a bosques (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2019).

Colecta de muestras

En cada sitio se seleccionaron tres puntos de muestreo separados entre sí por una distancia de 50 m. En cada punto, los hongos filamentosos fueron capturados mediante la técnica de exposición de placas con agar Diclorán Rosa Bengala–Cloranfenicol (DRBC) durante 30 minutos, adaptada al microambiente del suelo a una profundidad de 20 cm al contacto con partículas del suelo y vegetación (Romero et al., 2019; Nafaa et al., 2022). Las muestras se conservaron a temperatura ambiente para su transporte al laboratorio de control de calidad de alimentos del Centro Agroempresarial y Acuícola, SENA Fonseca, La Guajira.

Aislamiento e identificación de hongos

Las placas fueron incubadas a temperatura ambiente (30 ± 2 °C) durante 5 a 7 días. Cumplido este periodo, las colonias de hongos filamentosos desarrolladas en el agar fueron purificadas mediante la transferencia de micelio a nuevas placas con agar DRBC, incubadas nuevamente bajo las mismas condiciones (Nafaa et, 2022). Finalmente, los aislamientos fueron identificados hasta el nivel de género y especie empleando las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998) y Gilman (1963), considerando las características macroscópicas y microscópicas de las colonias.

RESULTADOS

Se obtuvo un promedio de 30 aislamientos de hongos filamentosos por cada punto de muestreo, diferenciados por el color y la morfología de sus colonias. En la Figura 2 se muestra el crecimiento micelial de los hongos capturados en placas DRBC de 3 a 5 días de cultivo.

Figura 2.

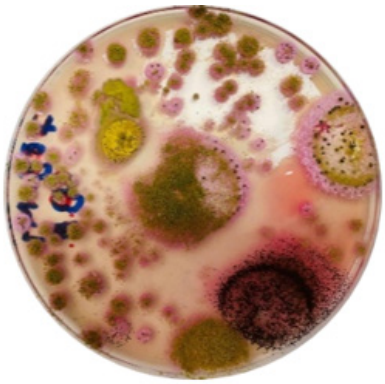


Figura 3.

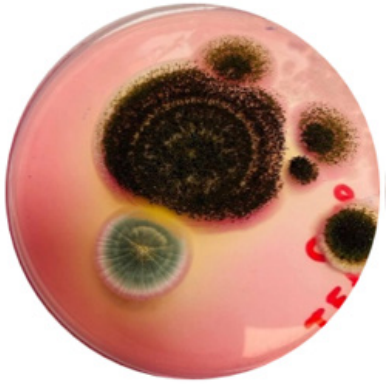


Figura 4.



Figura 5.

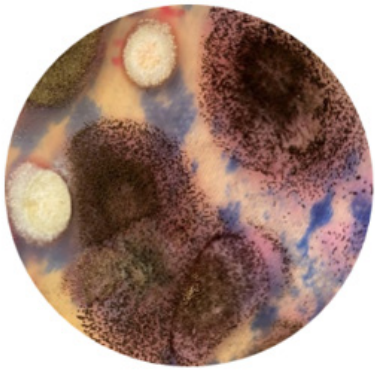


Figura 6.

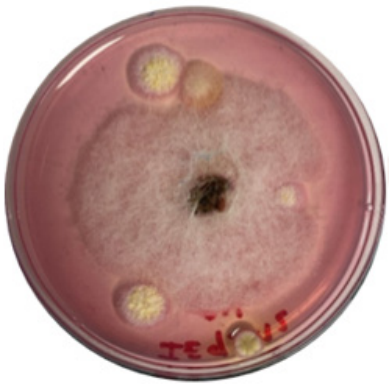


Figura 7.

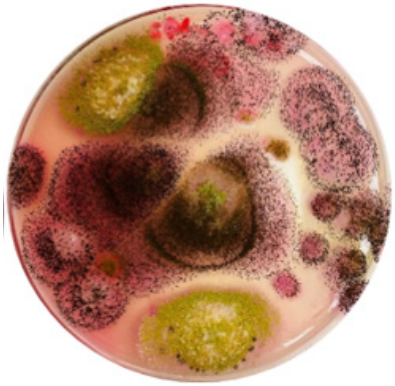


Fig. 2-7 Diversidad morfológica del crecimiento microbiano en placas de Petri.

Presenta un cultivo mixto con diversa pigmentación y morfología. muestra grandes colonias fúngicas negras y distintos colores, con pústulas prominentes bajo iluminación de campo brillante

Abundancia de géneros y especies

A partir del total de aislamientos se identificaron ocho (8) géneros fúngicos pertenecientes principalmente a los filos Ascomycota y Mucoromycotina (antes clasificado dentro de Zygomycota), evidenciando una diversidad con relevancia ecológica y potencial biotecnológico para la zona de estudio (Figura 3). El género más frecuente fue Aspergillus spp., con una representatividad del 90 % respecto al total de los treinta (30) puntos de muestreo, logrando la identificación presuntiva de A. flavus y A. niger, ambas especies comúnmente asociadas a suelos tropicales y a ambientes con abundante materia orgánica en descomposición. En menor proporción se identificaron otros géneros de importancia ecológica: Trichoderma spp. (60 %; 18 puntos), reconocido por su papel en el control biológico de fitopatógenos y la promoción del crecimiento vegetal; Mucor sp. (50 %; 15 puntos), característico de suelos húmedos y relevante en la descomposición rápida de residuos vegetales; Penicillium sp. (40 %; 12 puntos), conocido por su producción de metabolitos secundarios, está ampliamente distribuido en suelos tropicales donde participa en la descomposición del material orgánico de estos; Rhizopus sp. (30 %;9 puntos) común se asocia en etapas iniciales de descomposición de material vegetal en los suelos donde se desarrolla; Curvularia sp. (30 %; 9 puntos), asociado a procesos de degradación de materia orgánica; y finalmente Fusarium sp. y Cunninghamella sp., ambos presentes en el 20 % de los puntos evaluados (6 puntos cada uno) Fusarium sp. destaca por su carácter fitopatógeno, causante de enfermedades severas en diversos cultivos de importancia económica; mientras que Cunninghamella sp., aunque menos frecuente en comparación con los géneros anteriormente mencionados, tiene relevancia ecológica por su participación en los procesos de degradación y reciclaje de compuestos orgánicos. En conjunto, la diversidad de hongos filamentosos presentes en

los suelos de las zonas de estudio evidencia un ecosistema microbiano activo y funcional, compuesto por géneros con un notable potencial para orientar el desarrollo de proyectos agroambientales en el departamento de La Guajira. Esta variedad de géneros fúngicos puede contribuir significativamente a iniciativas como la biorremediación de suelos degradados, el control biológico de fitopatógenos, la ciclación de nutrientes y la formulación de bioinsumos que fortalezcan sistemas productivos sostenibles.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian la presencia de una diversa comunidad de hongos filamentosos en los suelos del Bosque, lo cual confirma la importancia ecológica de estos organismos en el mantenimiento y recuperación de la salud edáfica de la región. La predominancia del género Aspergillus resalta su adaptabilidad a condiciones de alta materia orgánica y clima semiseco, característica propia de La Guajira. Además, la identificación de géneros como Trichoderma, Mucor y Penicillium, reconocidos por su potencial biotecnológico en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de plagas, sugiere oportunidades para el diseño de estrategias agroambientales sostenibles.

Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que resaltan la relevancia de los hongos en la ciclicidad de nutrientes, biorremediación y la mejora de características físico-químicas del suelo en zonas degradadas (Ferreira et al., 2020; Choudhary et al., 2022). La presencia de hongos fitopatógenos como Fusarium también implica la necesidad de monitoreo y manejo integrado para evitar afectaciones a cultivos futuros, equilibrando beneficios y riesgos.

La capacidad de estos microorganismos para establecer simbiosis y producir metabolitos bioactivos abre vías para el desarrollo de bioinsumos eficaces que contribuyan a reducir el uso de agroquímicos, alineándose con los principios de la agricultura sostenible y economía circular. Sin embargo, los procesos de salinización y degradación del suelo en la región plantean retos para la conservación de esta biodiversidad fúngica, por lo que se recomienda la integración de prácticas agroecológicas basadas en el conocimiento del microbiota local.

CONCLUSIÓN

La identificación y caracterización de la diversidad fúngica en los suelos del Bosque MB en La Guajira brinda una base científica sólida para el desarrollo de proyectos agroambientales que integren el uso biotecnológico de hongos filamentosos. El predominio de géneros con potencial beneficioso, junto con la detección de agentes fitopatógenos, permite orientar estrategias productivas que promuevan la sostenibilidad del ecosistema y la seguridad alimentaria en la región.

Se concluye que los hongos filamentosos representan una herramienta biotecnológica valiosa para la recuperación y manejo sostenible de suelos degradados en contextos semísecos, facilitando la innovación en prácticas agrícolas respetuosas con el medio ambiente. Se recomienda continuar con estudios que profundicen en la funcionalidad de estas comunidades microbianas y su aplicación práctica en sistemas productivos locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro-Barquero, L., & González-Acuña, J. (2021). Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM). Agronomía Costarricense, 45(1), 81+. https://link-gale-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/apps/doc/A653764372/PPAG

Ugalde-Monge, B., Artavia-Carmona, R., Hilje-Rodríguez, I., & Peraza-Padilla, W. (2024). Identificación morfológica y molecular de potenciales hongos nematófagos en fincas bananeras de la región Huetar Atlántica de Costa Rica. Agronomía Costarricense, 48(2), 111+. https://link-gale-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/apps/doc/A819713162/PPAG

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024). FAO advierte: tres cuartas partes de los suelos en América Latina y el Caribe están en riesgo. https://www.fao.org/americas/news/news-detail/suelos-en-riesgo/es

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). 40% del territorio colombiano presenta algún grado de degradación de suelos por erosión. https://www.minambiente.gov.co/

Barnett, Horace; Hunter, B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi 4th ed. The American Phytopathological Society. Minnesota. USA, 240 p, ISBN 9780890541920.

Chandra, R., & Chowdhary, P. (2015). Properties of bacterial laccases and their application in bioremediation of industrial wastes. Environmental Science: Processes & Impacts, 17(2), 326-342.

Choudhary, M., Jat, H. S., Jat, M. L., & Sharma, P. C. (2022). Climate-smart agricultural practices influence the fungal communities and soil properties under major agri-food systems. Frontiers in Microbiology, 13, 986519.

DANE (2019). Encuesta nacional agropecuaria-ENA. Departamento de la guajira. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/presentacion-ena-la-guajira-2019.pdf

de Lima, D. P., dos Santos, E. D. A., Marques, M. R., Giannesi, G. C., Beatriz, A., Yonekawa, M. K., & Montanholi, A. D. S. (2018). Fungal bioremediation of pollutant aromatic amines. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, 11, 34-44.

Ferreira, J. A., Varjani, S., & Taherzadeh, M. J. (2020). A critical review on the ubiquitous role of filamentous fungi in pollution mitigation. Current Pollution Reports, 6(4), 295-309.

Fischer, R., & Requena, N. (2022). Small-secreted proteins as virulence factors in nematode-trapping fungi. Trends in Microbiology, 30(7), 615-617.

Gilman, J. (1963). Manual de los hongos del suelo. CECSA. México, D.F., México. p. 572.

Gobernación de La Guajira. (2021). La Guajira. https://laguajira.gov.co/Paginas/Default.aspx

Hawksworth, D. L., & Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. Microbiology spectrum 5.

Isaac, S. (1991). Fungal-plant interactions. Springer Science & Business Media. págs. 1–2.

Nafaa, M., Rizk, S. M., Aly, T. A. G. A., Rashed, M. A. S., Abd El-Moneim, D., Ben Bacha, A., ... & Magdy, M. (2023). Screening and identification of the rhizosphere fungal communities associated with land reclamation in Egypt. Agriculture, 13(1), 215.

Naranjo, M. A., & Gabaldón, T. (2019). Fungal evolution: major ecological adaptations and evolutionary transitions. Biological Reviews, 94(4), 1443-1476.

Rigobelo, E. (2025). Endophytic Filamentous Fungi as Sources of Metabolites for Agricultural Applications. In Fungal Metabolites for Agricultural Applications: Biostimulation and Crop Protection by Fungal Biotechnology (pp. 1-20). Cham: Springer Nature Switzerland.

Romero, A., Arias Mota, R., & Mendoza, R. (2019). Aislamiento y selección de hongos de suelo solubilizadores de fósforo nativos del estado de Coahuila, México. Acta botánica mexicana, (126).

Saxena, S., Chhibber, M., & Singh, I. P. (2019). Fungal bioactive compounds in pharmaceutical research and development. Current Bioactive Compounds, 15(2), 211-231.

Saxena, S., Dufossé, L., Deshmukh, S. K., Chhipa, H., & Gupta, M. K. (2024). Endophytic fungi: a treasure trove of antifungal metabolites. Microorganisms, 12(9), 1903.

Selbmann, L., Egidi, E., Isola, D., Onofri, S., Zucconi, L., de Hoog, G. S., ... & Varese, G. C. (2013). Biodiversity, evolution and adaptation of fungi in extreme environments. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology, 147(1), 237-246.

Sun, J. Z., Liu, X. Z., McKenzie, E. H., Jeewon, R., Liu, J. K., Zhang, X. L.,& Hyde, K. D. (2019). Fungicolous fungi: terminology, diversity, distribution, evolution, and species checklist. Fungal Diversity, 95(1), 337-430.

Troiano, Derek., Orsat, Valerie., & Dumont, M. (2020). Status of filamentous fungi in integrated biorefineries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 117, 109472.

Vassilev, N., & Mendes, G. D. O. (2024). Soil fungi in sustainable agriculture. Microorganisms, 12(1), 163.

Webster, J., & Weber, R. (2007). Introduction to fungi (Vol. 9, No. 01). Cambridge university press.