

## Caracterización molecular y bioquímica de *Auricularia nigricans* y *Muscodor* sp. recolectados en Pueblo Bello, Cesar, Colombia

*Molecular and biochemical characterization of Auricularia nigricans and Muscodor sp. collected in Pueblo Bello, Cesar, Colombia*

**Karen Marcella García<sup>1</sup>, Rubianith Suárez<sup>2</sup>, Harol Smith Daza<sup>3</sup>,  
Geovanna Tafurt<sup>4</sup>, Duverney de Jesús Chaverra<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz. <https://orcid.org/0009-0003-9610-1905>

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz. <https://orcid.org/0009-0000-9915-7769>

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz. <https://orcid.org/0009-0005-1688-4036>

<sup>4</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz. <https://orcid.org/0000-0002-3486-3088>

<sup>5</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede La Paz. <https://orcid.org/0000-0001-8068-7436>

**Autor de correspondencia:** [gtafurg@unal.edu.co](mailto:gtafurg@unal.edu.co)

DOI: <https://doi.org/10.63804/CIBEN.25.bbfs.e7>

### Resumen

La exploración de la diversidad fúngica en Cesar, Colombia, representa una prioridad estratégica debido a la necesidad de identificar compuestos bioactivos que respalden el desarrollo de un biocomercio sostenible en los sectores farmacéutico, nutracéutico y agroquímico, así como de proveer recursos para la conservación y restauración de ecosistemas en el contexto del cambio climático. En este marco, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar de manera preliminar el potencial biotecnológico de *Auricularia nigricans* y *Muscodor* sp., recolectados en Pueblo Bello, Cesar, Colombia. La caracterización taxonómica de ambas especies se realizó mediante análisis macroscópicos, microscópicos y moleculares. Para *A. nigricans*, se cuantificaron azúcares reductores, carbohidratos totales y contenido fenólico total con el fin de establecer un perfil bioquímico inicial. En *Muscodor* sp., se llevaron a cabo fermentaciones en estado líquido y sólido utilizando micelio, con el propósito de evaluar la concentración de proteínas extracelulares y la actividad enzimática. Adicionalmente, se determinó la capacidad de biorremediación del micelio en soluciones acuosas de azul de metileno. Los resultados mostraron que *A. nigricans* presentó un alto contenido de carbohidratos totales y niveles moderados de compuestos fenólicos, lo que sugiere aplicaciones potenciales en el ámbito nutracéutico. Los extractos enzimáticos crudos de *Muscodor* sp. evidenciaron una baja concentración proteica y limitada actividad enzimática; sin embargo, el micelio

alcanzó hasta un 77% de degradación del azul de metileno, demostrando un potencial de biorremediación frente a contaminantes de tipo colorante. Este estudio constituye el primer reporte de caracterización taxonómica y bioquímica de *A. nigricans* y *Muscodor* sp. en el Cesar, Colombia, aportando información valiosa para la bioprospección regional y sentando las bases para futuras investigaciones orientadas a la identificación de metabolitos con potencial biotecnológico.

Palabras clave: Ascomiceto. Basidiomiceto. Biorremediación. Colorantes. Contaminantes.

## **Abstract**

The exploration of fungal diversity in Cesar, Colombia, represents a strategic priority due to the need to identify bioactive compounds that support the development of sustainable biocommerce in the pharmaceutical, nutraceutical, and agrochemical sectors, as well as to provide resources for ecosystem conservation and restoration in the context of climate change. Within this framework, the present study aimed to preliminarily evaluate the biotechnological potential of *Auricularia nigricans* and *Muscodor* sp. collected in Pueblo Bello, Cesar, Colombia. The taxonomic characterization of both species was conducted through macroscopic, microscopic, and molecular analyses. For *A. nigricans*, reducing sugars, total carbohydrates, and total phenolic content were quantified in order to establish an initial biochemical profile. In *Muscodor* sp., liquid-state and solid-state fermentations using mycelium were performed to evaluate extracellular protein concentration and enzymatic activity. Additionally, the bioremediation capacity of the mycelium was assessed in aqueous methylene blue solutions. The results showed that *A. nigricans* exhibited a high total carbohydrate content and moderate levels of phenolic compounds, suggesting potential applications in the nutraceutical field. Crude enzymatic extracts from *Muscodor* sp. demonstrated low protein concentration and limited enzymatic activity; however, the mycelium achieved up to 77% degradation of methylene blue, indicating bioremediation potential against dye-type contaminants. This study constitutes the first report on the taxonomic and biochemical characterization of *A. nigricans* and *Muscodor* sp. in Cesar, Colombia, providing valuable information for regional bioprospecting and establishing a basis for future research focused on the identification of metabolites with biotechnological potential.

Keywords: Ascomycete; Basidiomycete; Bioremediation; Dyes; Contaminants

## **Introducción**

El género *Auricularia*, perteneciente a los basidiomicetos, se ha convertido en un referente de interés científico por su relevancia biotecnológica. Las especies de este género se distribuyen

ampliamente en regiones tropicales y subtropicales de Asia, Europa, América, África y Oceanía. China y Malasia reportan el mayor número de investigaciones, Wu et al. (2021). En Colombia, *Auricularia* se ha registrado en múltiples departamentos, evidenciando su diversidad y potencial de aprovechamiento, Gómez-Montoya et al. (2022).

Diferentes estudios han resaltado las propiedades de *Auricularia* en aplicaciones como producción de hidrogeles, suplementos alimenticios, compuestos antioxidantes, antitumorales e inmunomoduladores. De forma particular, especies como *A. auricula*, *A. polytricha* y *A. auricula-judae* se reconocen por la presencia de polisacáridos bioactivos de importancia en salud y nutrición, Miao et al. (2020) y Kong et al. (2020). En paralelo, los hongos endofíticos del género *Muscodor* han cobrado relevancia debido a la producción de metabolitos volátiles y enzimas con potencial en procesos de biorremediación y degradación de contaminantes, Kusari et al. (2012).

En este contexto, la presente investigación planteó dos objetivos centrales: (i) caracterizar molecular y bioquímicamente a un espécimen de *Auricularia sp.* recolectado en el departamento del Cesar, Colombia, y (ii) evaluar el potencial del hongo endófito *Muscodor sp.* como agente biorremediador frente al colorante azul de metileno.

## Metodología

La recolección de *Auricularia sp.* se efectuó en Pueblo Bello (Cesar), sobre madera en descomposición en ambientes húmedos. La identificación se realizó mediante análisis morfológico complementado con técnicas moleculares basadas en la secuenciación del espaciador transcrito interno (ITS). Adicionalmente, se procesaron extractos acuosos de los cuerpos fructíferos para determinar su contenido de carbohidratos reductores, carbohidratos totales y compuestos fenólicos, parámetros clave en la caracterización bioquímica, Tafurt-García et al. (2015) y Díaz (2020).

Por otra parte, *Muscodor sp.* fue aislado a partir de tejidos de *Auricularia* y cultivado en medio PDA, Niño et al. (2017). La identificación molecular se llevó a cabo igualmente mediante análisis del ADN ribosomal. Se implementaron fermentaciones en estado sólido y líquido para evaluar la producción de proteínas extracelulares y enzimas (particularmente lacasas), además de su capacidad para degradar azul de metileno en condiciones controladas, Chegwin Angarita et al. (2023).

## Resultados y discusión

La caracterización morfológica y molecular permitió identificar la especie recolectada como *Auricularia nigricans*, previamente reportada en la región Caribe colombiana. Los basidiomas presentaron morfología orejiforme, textura gelatinosa y coloraciones que coincidieron con descripciones previas de la especie, Alvarenga (2015). El análisis molecular corroboró esta identificación con una similitud superior al 98% frente a secuencias de referencia.

Los análisis bioquímicos de *A. nigricans* revelaron altos contenidos de carbohidratos totales y reductores, además de concentraciones relevantes de polifenoles. Estos valores resultaron superiores a los registrados en otras especies del mismo género, confirmando su potencial como fuente de compuestos bioactivos útiles en la industria alimentaria y farmacéutica, Islam et al. (2022).

En cuanto a *Muscodor sp.*, el micelio mostró características compatibles con especies endofíticas estériles, sin estructuras reproductivas. La secuenciación reveló una identidad parcial con *Muscodor yucatanensis*, lo que sugiere variabilidad genética respecto a especies previamente descritas. Los ensayos de fermentación sólida evidenciaron producción de lacasas y proteínas extracelulares, aunque en niveles inferiores a los reportados en otros miembros del orden Xylariales. Sin embargo, la capacidad de degradación de azul de metileno alcanzó un  $77\% \pm 6,2\%$ , demostrando eficiencia significativa en procesos de biorremediación. La dinámica observada mostró una fase inicial de adaptación y posteriormente una fase activa de degradación, asociada con la secreción de enzimas oxidativas.

Estos hallazgos reafirman que *Muscodor sp.* puede ser empleado como agente biotecnológico para la eliminación de colorantes sintéticos en aguas residuales, representando una alternativa ecológica a los métodos convencionales de tratamiento.

## Conclusiones

El estudio permitió identificar de manera precisa a *Auricularia nigricans* mediante un abordaje integral que combinó técnicas morfológicas y moleculares. Los análisis bioquímicos destacaron el valor nutricional y funcional de sus metabolitos, especialmente polisacáridos y polifenoles, que pueden ser aprovechados en diferentes industrias.

En paralelo, la identificación de *Muscodor sp.* y la evaluación de sus capacidades metabólicas

resaltaron su potencial como agente biorremediador. La producción de enzimas extracelulares y su efectividad en la degradación de azul de metileno lo convierten en un candidato prometedor para procesos de tratamiento de aguas contaminadas.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian la importancia de explorar la biodiversidad fúngica colombiana no solo desde una perspectiva ecológica, sino también aplicada, contribuyendo al desarrollo de alternativas biotecnológicas sostenibles para la industria, la salud y el medio ambiente.

## Referencias bibliográficas

Wu, F., Tohtirjap, A., Fan, L.-F., Zhou, L.-W., Alvarenga, R. L. M., Gibertoni, T. B., & Dai, Y.-C. (2021). Global diversity and updated phylogeny of *Auricularia* (Auriculariales, Basidiomycota). *Journal of Fungi*, 7(11), 933. <https://doi.org/10.3390/jof7110933>

Gómez-Montoya, N., Sarmiento, C. R., Zora-Vergara, B., Benjumea-Aristizabal, C., Santa-Santa, D.J., Zuluaga-Moreno, M., & Franco-Molano, A. E. (2022). Diversidad de macrohongos (Basidiomycota) de Colombia: Listado de especies. *Deleted Journal*, 44(116). <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n116a07>

Miao, J., Regenstein, J. M., Qiu, J., Zhang, J., Zhang, X., Li, H., Zhang, H., & Wang, Z. (2020). Isolation, structural characterization and bioactivities of polysaccharides and its derivatives from *Auricularia*: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150, 102–113. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.054>

Zeng, W. C., Zhang, Z., Gao, H., Jia, L. R., & Chen, W. Y. (2012). Characterization of antioxidant polysaccharides from *Auricularia auricular* using microwave-assisted extraction. *Carbohydrate Polymers*, 89(2), 694–700. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.03.078>

Kong, X., Duan, W., Li, D., Tang, X., & Duan, Z. (2020). Effects of polysaccharides from *Auricularia auricula* on the immuno-stimulatory activity and gut microbiota in immunosuppressed mice induced by cyclophosphamide. *Frontiers in Immunology*, 11, 595700. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.595700>

Kusari, S., Hertweck, C., & Spiteller, M. (2012). Chemical ecology of endophytic fungi: Origins of secondary metabolites. *Chemistry & Biology*, 19(7), 792–798. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2012.06.004>

Tafurt-García, G., Jiménez Vidal, L., & Calvo Salamanca, A. (2015). Antioxidant capacity

and total phenol content of *Hyptis* spp., *P. heptaphyllum*, *T. panamensis*, *T. rhoifolia*, and *Ocotea* sp. *Revista Colombiana de Química*, 44(2), 28–33.

Canseco Grellet, M. A., Aráoz Martínez, J. L., Gusils, C., & Zossi, S. (2015). Validación de metodología para determinación de azúcares reductores totales en vinos fermentados. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, 92(2), 33–38.

Díaz, M. (2020). *Determinación del contenido de azúcares, proteínas y nitrógeno presentes en medios de cultivos modificados para el crecimiento in vitro del hongo Colletotrichum sp. fitopatógeno del ñame (Dioscorea alata) en Montería-Córdoba* [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Universidad de Córdoba. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5616>

Niño, Y. M., Peña, E. R. C., & Eñao, L. G. (2017). Aislamiento y producción de semilla de *Auricularia fuscosuccinea* (Mont.) Henn. y *Crepidotus palmarum* Sing. usados tradicionalmente en Pauna (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 151–158.

Chegwin Angarita, C., Mancera-Martínez, D. N., & Serrato Bermúdez, J. C. (2023). Producción de biomasa y caracterización química de *Lentinula edodes* cultivado en biorreactor bajo diferentes condiciones. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(1), 46–56. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n1.96477>

Alvarenga, R. (2015). The genus *Auricularia* Bull. ex Juss. (Basidiomycota) in Cerrado (Brazilian Savanna) areas of Goiás state and the Federal District, Brazil. *Mycosphere*, 6(5), 532–541. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/6/5/3>

Islam, T., Yao, F., Kang, W., Lu, L., & Xu, B. (2022). A systematic study on mycochemical profiles, antioxidant, and anti-inflammatory activities of 30 varieties of Jew's ear (*Auricularia auricula-judae*). *Food Science and Human Wellness*, 11(4), 781–794. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.03.005>