

**Macrohongos de la cuenca alta del Río Chucurí, municipio de San Vicente de
Chucurí, Santander, Colombia.**

Andrés Rodrigo Martínez Díaz

Trabajo de Grado para Optar al Título de biólogo

Tutor

David Sanín Robayo

PhD. Biología Vegetal

Co-tutora

Salomé Gómez-Gómez

Bióloga

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Biología

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

A mi familia, a los que aún permanecen y a los que ya no están.

Agradecimientos

A mi familia por su constante e incondicional apoyo. A Lorena Rincón por su apoyo como auxiliar en las diferentes salidas de campo, como guía de la zona y sobre todo como compañera de vida. A la familia Rincón Ortíz, María Rincón Cipagauta, Fredy Galvis, Cristian Bueno y Sarita Rincón habitantes de la vereda Pamplona del municipio de San Vicente de Chucurí por su recibimiento, colaboración y disposición durante la etapa de campo. A las doctoras Ana Esperanza Franco Molano y Nataly Gómez Montoya (Laboratorio de taxonomía y ecología de hongos de la Universidad de Antioquia, TEHO) al doctor Roy E. Halling (Jardín Botánico de Nueva York) a Salomé Gómez y Paula Ortega (Jardín Botánico de Bogotá y Fungario Universidad Nacional de Colombia) por su ayuda y orientación en la revisión de los diferentes grupos taxonómicos. A Pedro Cáceres y Felipe Castaño (Herbario UIS), a Cristian Cadena, Diana Sánchez y Edwin López (Laboratorios de docencia e Hidrobiología UIS) por su apoyo logístico ofrecido en este proceso.

A los profesores David Sanín y Alicia Rojas los cuales fueron guías y orientadores en el mundo de la botánica y la micología. A los colegas Luis Pardo, Jefferson Aceros y Juan Remolina por las conversaciones y aclaraciones en distintos aspectos de las ciencias biológicas y su ayuda a lo largo de la carrera.

Finalmente, muchas gracias al Grupo de Estudios en Biodiversidad (GEBIO), a los profesores con los que alguna vez cruzamos preguntas y respuestas y al personal de la Escuela de Biología de la Universidad Industrial de Santander por su apoyo y disposición en mi proceso de formación profesional.

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
1. Objetivos	13
1.1. Objetivo General	13
1.2. Objetivos Específicos	13
2. Metodología	14
2.1 Área de estudio	14
2.2 Metodología	17
3. Resultados	18
4. Discusión	31
4.1 Modos de vida y servicios ecosistémicos	33
4.1.1 Hongos saprobios	33
4.1.2 Hongos ectomicorrícicos (ECM)	34
4.1.3 Hongos patógenos	34
4.2 Beneficios directos y usos potenciales	35
4.3 Perspectivas a futuro	36
5. Conclusiones	36
6. Recomendaciones	37
Referencias bibliográficas	39
Apéndices	51

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Especies registradas en una finca agrícola y un bosque mixto de robles</i>	20

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Mapa del área de estudio</i>	15
Figura 2. <i>Zona de muestreo</i>	16
Figura 3. <i>Diversidad de ordenes en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota</i>	29
Figura 4. <i>Diversidad de familias en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota</i>	29
Figura 5. <i>Diversidad de géneros en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota</i>	30
Figura 6. <i>Diversidad de sustratos de todos los especímenes recolectados</i>	30
Figura 7. <i>Modos de vida</i>	31
Figura 8. <i>Usos potenciales de las especies determinadas</i>	31

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Posibles nuevos registros para Colombia.....	51
Apéndice B. Catálogo fotográfico.....	El apéndice está adjunto y puede visualizarlo en la base de datos de la biblioteca UIS

Resumen

Título: Macrohongos de la cuenca alta del Río Chucurí, municipio de San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia.^{1*}

Autor: Andrés Rodrigo Martínez Díaz ^{2*}

Palabras Clave: Ascomycota, Basidiomycota, Macromicetos, Inventario, Bosque sub-andino, Serranía de los Yariguíes.

Descripción: La cuenca alta del Río Chucurí se localiza en ecosistemas de bosque húmedo andino y subandino, limita con el sector nor-occidental del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, en el municipio de San Vicente de Chucurí, departamento de Santander, Colombia. El Río Chucurí es una de las principales fuentes de agua y servicios ecosistémicos para las veredas aledañas y la cabecera municipal. Con el objetivo de generar información sobre la riqueza de especies de macrohongos en un área impactada como lo es una finca agroforestal y un fragmento de bosque mixto de robles de esta localidad, se realizó un muestreo oportunista a través de un sendero rural en los meses de julio, octubre y noviembre del 2023.

Se recolectaron 93 especímenes, de los cuales 56 fueron determinados hasta especie. La división mejor representada fue Basidiomycota con 87 morfotipos. Dentro de este grupo, los órdenes más diversos fueron Agaricales (52), Polyporales (21), hallándose también representantes de los órdenes Boletales, Auriculariales, Russulales, Hymenochaetales y Dacrymycetales. Estos se distribuyen en 29 familias y 49 géneros. Ascomycota fue la división menos representada, contando solo con tres géneros y seis morfotipos. El orden con mayor número de especies fue Xylariales (4), siendo *Xylaria* el género más diverso, mientras que el orden Pezizales contó solo con dos especies. Se registran cinco posibles novedades corológicas para Colombia del orden Agaricales: *Bovista oblongispora*, *Calvatia rugosa*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Pleurotus albidus* y *Psathyrella asperospora*. Para el departamento de Santander se presentan 37 registros nuevos entre Ascomycota y Basidiomycota. Adicionalmente, se registran 16 especies potencialmente comestibles, cuatro especies medicinales y otra con propiedades alucinógenas. Este aporte representa uno de los primeros acercamientos al estudio de los macrohongos en el municipio y es un insumo para el conocimiento y la gestión de la funga del departamento de Santander.

^{1*} Trabajo de Grado

^{2**} Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Biología. Tutor: David Sanín. PhD. Biología Vegetal. Cotutora: Salomé Gómez-Gómez. Bióloga.

Abstract

Title: Macro-fungi of the upper basin of the Chucurí River, municipality of San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia.^{3*}

Author(s): Andrés Rodrigo Martínez Díaz^{4*}

Key Words: Ascomycota, Basidiomycota, Macromycetes, Inventory, Sub-Andean forest, Serranía de los Yariguíes.

Description: The upper basin of the Chucurí River is located in Andean and sub-Andean humid forest ecosystems, bordering the north-western sector of the Serranía de los Yariguíes National Natural Park, in the municipality of San Vicente de Chucurí, department of Santander, Colombia. The Chucurí River is one of the main sources of water and ecosystem services for the surrounding veredas and the municipal seat. With the objective of generate information on the richness of macro-fungi species in an impacted area such as an agroforestry farm and a fragment of mixed oak forest in this locality, an opportunistic sampling was carried out through a rural trail in the months of July, October, and November of 2023.

Ninety-three specimens were collected, of which 56 were determined to species. The best-represented division was Basidiomycota with 87 morphotypes. Within this group, the orders with the largest number of species were Agaricales (52), Polyporales (21), there are also representatives of the orders Boletales, Auriculariales, Russulales, Hymenochaetales, and Dacrymycetales. Those were distributed in 29 families and 49 genera. Ascomycota was the least represented division, with six morphotypes. The order with the largest number of species was Xylariales (4), being *Xylaria* the most diverse genus, while the order Pezizales had only two species. Five possible chorological novelties of the Agaricales order were registered for Colombia: *Bovista oblongispora*, *Calvatia rugosa*, *Pleurotus albidus*, *Kuehneromyces mutabilis*, and *Psathyrella asperospora*. For the department of Santander, 37 new records were presented both in Ascomycota and Basidiomycota. Additionally, 16 species are recorded as potentially edible, fourth species with medicinal properties, and another species with hallucinogenic properties. This contribution represents one of the first approaches to the study of macro-fungi in the municipality and is an input for the knowledge and management of the funga of the department of Santander.

^{3*} Degree Work

^{4*} Faculty of sciences. School of biology. Tutor: David Sanín. PhD. Plant Biology. Co-tutor: Salomé Gómez-Gómez. Biologist.

Introducción

Los hongos hacen parte del reino Fungi, son organismos eucariotas, caracterizados por poseer una pared celular rígida, compuesta principalmente por el polisacárido quitina, además, son organismos heterótrofos con alimentación por absorción, y se diferencian de las plantas por carecer de clorofila (Garcés de Granada et al., 2003). Dichos organismos son cosmopolitas y se estima que hay alrededor de 2,2 a 3,8 millones de especies a nivel global (Hawksworth y Lücking, 2017), de las cuales, actualmente se aceptan 161.107 nombres de acuerdo con Species Fungorum (2024) (www.speciesfungorum.org). Dentro de este reino existe un grupo denominado macrohongos o macromicetos, que se caracteriza por la producción de esporomas visibles a simple vista, la mayoría de especies se agrupan en las divisiones Ascomycota y Basidiomycota, y se calcula que existen entre 53.000 a 110.000 especies a nivel global (Mueller et al., 2006).

Los macrohongos hacen parte integral y fundamental de los ecosistemas, ofreciendo una amplia variedad de servicios ecosistémicos indirectos, como la captura y fijación de carbono por medio de simbiosis mutualistas con plantas, la biorremediación por contaminantes ambientales, la formación y condensación de lluvia, la formación y soporte del suelo, así como fuente de alimento para la vida silvestre (Niego et al., 2023). Gran parte de las especies son saprobias, cumpliendo funciones diferentes en los ecosistemas, que incluyen roles activos como la degradación del material vegetal muerto, contribuyendo al equilibrio de los ciclos biogeoquímicos a través del ciclado de nutrientes (Bridge y Spooner, 2001). Otros hongos son simbioses con especial importancia ecológica, como los hongos ectomicorrícicos (ECM) que forman un vínculo entre los productores primarios y las redes alimentarias del suelo, proporcionando una fuente de energía para una amplia gama de organismos (O'Dell et al., 1996). Por otra parte, los hongos patógenos

parasitan organismos como plantas, animales, e incluso otros hongos, al mismo tiempo que contribuyen al control poblacional de especies dominantes y a la salud de los ecosistemas forestales (Niego et al., 2023).

De igual manera, los hongos aportan servicios ecosistémicos directos que se traducen en beneficios para nuestra especie, entre los que destacan sus múltiples aplicaciones biotecnológicas y medicinales, así como la extracción de pigmentos colorantes y vitaminas (Maldonado e Ibarra, 2006; Vargas et al., 2022), además, también existen especies comestibles que constituyen un recurso forestal no maderable de gran importancia para la conservación forestal, ya que son una fuente alimenticia o una alternativa de ingreso económico para las comunidades locales (Pérez-Moreno, 2012).

Colombia ocupa actualmente el segundo lugar entre los diez países más diversos del mundo en cuanto a riqueza de especies de plantas y vertebrados (Gaya et al., 2022). Pese a esta biodiversidad, con el registro de 7.208 especies aceptadas (Colfungi, 2024), Colombia no se encuentra entre los diez primeros países en diversidad fúngica a nivel global, lo que señala el desconocimiento que nuestro país presenta en relación a este grupo.

El departamento de Santander se ubica al nororiente de Colombia, sobre la cordillera Oriental y cuenta con un área de 30537 Km² (www.dane.gov.co). Está compuesto por una amplia gama de unidades biogeográficas: desde el valle del Río Magdalena, pasando por ecosistemas de bosque seco y xerofítico hasta ecosistemas altoandinos y paramunos (Guerrero et al., 2022). Entre estos últimos se destaca el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes que corresponde al remanente boscoso mejor conservado y de mayor proporción en el departamento (Moreno y Tinjaca, 2018). En Santander existen antecedentes de inventarios de macrofunga como los realizados en el municipio del Carmen de Chucurí por el Instituto de Investigación de Recursos

Biológicos Alexander von Humboldt, (2019) y en algunos relictos de bosques de roble *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae) en la provincia de García Rovira (Alvarado Tarazona y Correa Delgado, 2023; Uyaban Patiño y Ortíz Díaz, 2024). Sin embargo, los estudios de los macromicetos en el departamento son escasos y la mayoría de los existentes representan informes de proyectos o trabajos de grado. No obstante, y de acuerdo con Gómez-Montoya et al. (2022) para Santander se registran 66 especies de la división Basidiomycota, mientras que para la división Ascomycota se listan 6 especies (Vasco-Palacios y Franco-Molano, 2013) lo que da un total de 72 especies de macrohongos registrados hasta la fecha.

La zona del presente estudio comprende un fragmento de la cuenca alta del Río Chucurí, la cual corresponde a ecosistemas de bosque sub andino (Holdridge, 1978) y limita con el Parque Nacional Natural Serranía de los Yariguíes, en jurisdicción parcial del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia. Esta cuenca se posiciona como una de las principales fuentes de agua y servicios ecosistémicos para las veredas aledañas y la cabecera del municipio.

Con el objetivo de generar información sobre la diversidad de especies de macrohongos en un fragmento de bosque mixto de robles y una finca del municipio, se presenta un catálogo que describe esta funga y sus usos potenciales, como un aporte al conocimiento de la diversidad micológica del municipio y del departamento de Santander.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar un inventario de hongos macromicetos (divisiones Ascomycota y Basidiomycota) asociados a un bosque húmedo sub andino de la cuenca alta del río Chucurí en el municipio de San Vicente de Chucurí, Santander.

1.2 Objetivos Específicos

Determinar taxonómicamente cada uno de los especímenes recolectados.

Describir los diferentes sustratos, especies de hospederos y los hábitats de los especímenes recolectados.

Diseñar un catálogo fotográfico digital de las especies colectadas y sus usos potenciales registrados en la literatura.

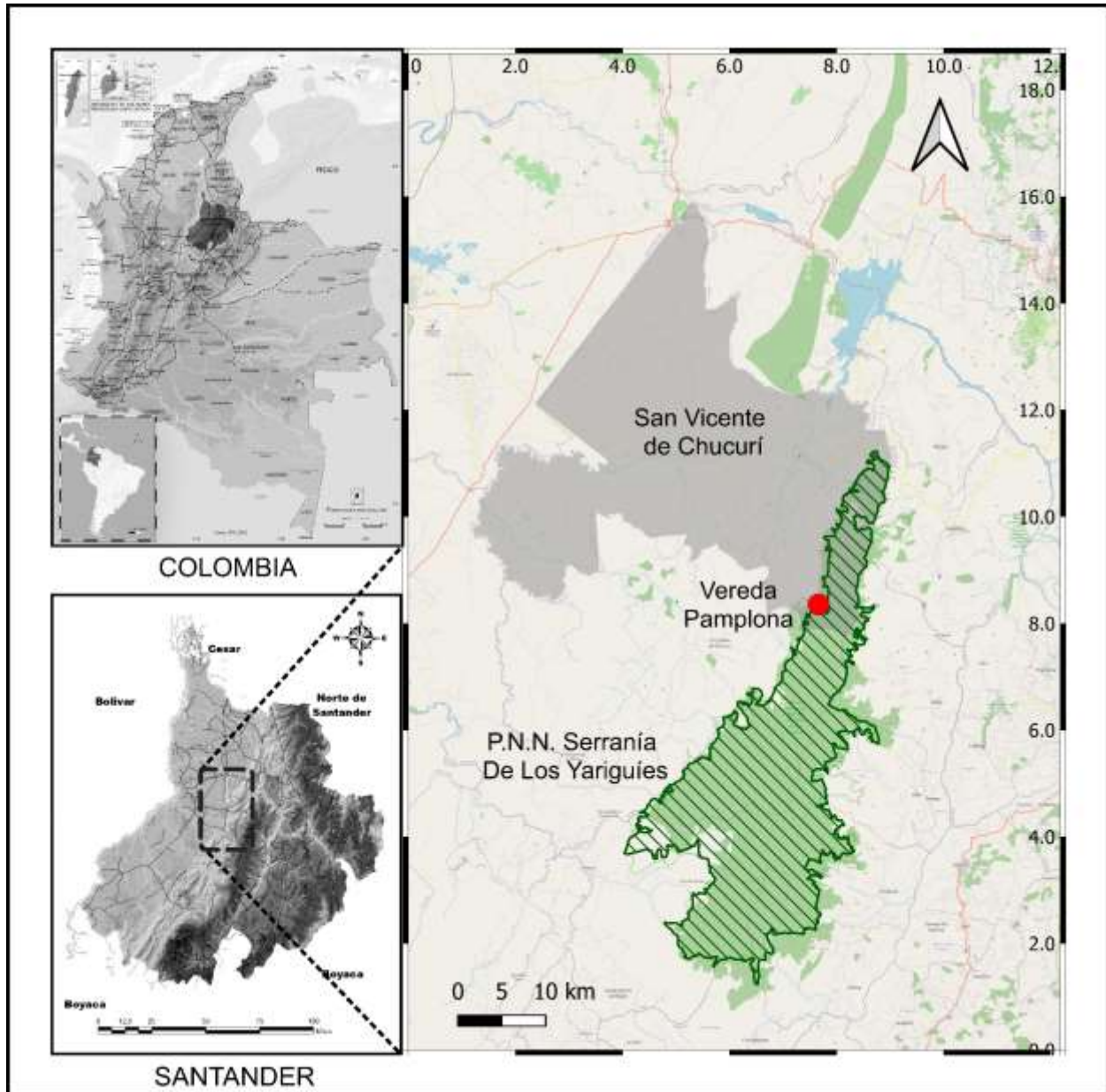
2. Metodología

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en dos sectores de la vereda Pamplona, ubicada en la cuenca alta del Río Chucurí, en el municipio de San Vicente de Chucurí, con coordenadas $6^{\circ}43'33.90''\text{N}$ - $73^{\circ}25'45.57''\text{O}$ (Figura 1) que corresponden a la finca La Siberia, con cultivos agroforestales y un relicto de bosque húmedo sub andino secundario con presencia de robles *Quercus humboldtii* Bonpl. (Fagaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Cyathea* (Cyatheaceae) y regenerado naturalmente hace 30 años según los habitantes del sector (Figura 2). El lugar comprende un área aproximada de 200 hectáreas y se ubica entre los 1200 y 2000 m.s.n.m. contiguo al sector noroccidental del P.N.N. Serranía de los Yariguíes y se compone de ecosistemas de Bosque Húmedo sub Andino (bh-Sa) (Holdridge, 1978). Los meses más lluviosos son mayo y octubre, y los meses con menos lluvias son diciembre y enero, con temperaturas mínimas de 18.04°C y temperaturas máximas de 25.08°C (Moreno y Tinjaca, 2018).

Figura 1

Mapa del área de estudio



Nota. El punto rojo señala el área de muestreo. Tomado y modificado de IGAC y Gobernación de Santander (www.igac.gov.co; www.santander.gov.co).

Figura 2

Zona de muestreo



Nota. A: Río Chucurí; B: Finca la Siberia (al fondo el P.N.N. Serranía de los Yarigués); C-D: Bosque mixto de robles.

2.2 Metodología

Se recolectaron esporomas de las divisiones Ascomycota y Basidiomycota en estado maduro y de sustratos como suelo, hojarasca, musgo, arboles vivos y madera en descomposición mediante muestreo oportunista (O'Dell et al., 2004; Palacio et al., 2015). Para el muestreo se incluyeron ambos tipos de ecosistemas mencionados anteriormente, tanto la Finca la Siberia compuesta por cultivos de café y cacao y un relicto de bosque subandino de robles con el fin de aumentar la diversidad de macrohongos para el presente estudio. Para esto, se realizaron tres salidas de campo de una semana cada una, en los meses de julio, octubre y noviembre del 2023, donde se recorrieron cuatro horas diarias siguiendo un sendero rural de aproximadamente 1.5 km, muestreando a tres metros de cada lado del camino. Adicionalmente, se determinaron las principales coberturas de la vegetación identificadas mediante la recolección de muestras botánicas de las principales especies arbóreas (Villareal et al., 2004) y de las posibles especies asociadas a los morfotipos de hongos colectados.

Todas las muestras fueron fotografiadas, georreferenciadas y descritas en campo. Luego en el campamento base se obtuvo la impresión de las esporas y se deshidrataron los especímenes a 50°C siguiendo la metodología de O'Dell et al. (2004) y Gómez-Gómez (2022). Una vez deshidratadas las muestras fueron transportadas y almacenadas en la colección de macrohongos del Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS), con duplicados en el Herbario de La Universidad de Antioquia (HUA) y el Jardín Botánico de Bogotá (JBB). Posteriormente, para los análisis microscópicos de los diferentes grupos morfológicos se siguieron los procedimientos propuestos por Largent et al. (1977); Miller y Miller (1988); Ryvarden (2004), usando agua, etanol, Rojo Congo, Hidróxido de potasio (KOH) al 3 % y Melzer como reactivos para los diferentes análisis de las estructuras microscópicas y el respectivo conteo de 25 esporas por espécimen.

Para la determinación taxonómica y los modos de vida se emplearon claves dicotómicas y literatura especializada para los diferentes grupos morfológicos (Dennis, 1970; Singer, 1978; Pegler, 1983; Guzmán, 1987; Miller y Miller, 1988; Ryvarden, 2004; Franco-Molano et al., 2005) así como las bases de datos Index Fungorum (www.indexfungorum.org), Species Fungorum (www.speciesfungorum.org), Mycobank (www.mycobank.org), Colfungi (www.colfungi.org) y FUNGuild (Nguyen et al., 2016). Para los taxones que fueron determinados hasta especie, se indicó su comestibilidad, toxicidad y sus potenciales usos medicinales o biotecnológicos a partir de la revisión de la literatura (Tabla 1). Finalmente, para la correcta escritura de los nombres y la actualización nomenclatural se siguió a Species Fungorum (www.speciesfungorum.org) y Mycobank (www.mycobank.org).

3. Resultados

Se recolectaron 93 especímenes de los cuales 56 se identificaron hasta especie y 37 a morfoespecie (Tabla 1; Apéndice B). La división mejor representada fue Basidiomycota con 87 muestras cubriendo el 93.5% del total colectado y distribuido en siete ordenes: Agaricales (52), Polyporales (21), Boletales (4), Auriculariales (3), Russulales (3), Hymenochaetales (2) y Dacrymycetales (2) (Figura 3), dichos ordenes se repartieron en 29 familias (Figura 4) y 49 géneros (Figura 5), los géneros más diversos fueron *Entoloma*, *Cortinarius*, *Amauroderma*, *Gymnopilus*, *Psilocybe*, *Auricularia* y *Rigidoporus* (Figura 5). Por otra parte, Ascomycota fue la división menos representada, contando solo con tres géneros y seis especies, lo cual corresponde al 6.4% del total registrado. El orden con mayor número de especies fue Xylariales (4), mientras que el orden

Pezizales contó solo con 2 especies. La familia más diversa fue Xylariaceae con el género *Xylaria* (4 especies).

Los sustratos más habituales fueron la madera en descomposición, hojarasca y suelo, seguido de árboles vivos y musgos (Figura 6). En cuanto a modos de vida, se obtuvieron 11 morfoespecies ectomicorrícicas, 61 morfoespecies saprobias y una patógena (Tabla 1; Figura 7).

Adicionalmente, cinco especies de la división Basidiomycota se posicionan como posibles nuevos registros para Colombia: *Bovista oblongispora*, *Calvatia rugosa*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Pleurotus albidus*, y *Psathyrella asperospora* (Tabla 1; Apéndice A), mientras que 37 especies son registros nuevos para el departamento de Santander, entre ellos cuatro Ascomycota y 33 Basidiomycota (Tabla 1). Respecto a los usos potenciales, se identificaron 16 especies como comestibles, cuatro especies con propiedades medicinales, cuatro con potencial de extracción de pigmentos colorantes y una especie con propiedades alucinógenas (Tabla 1; Figura 8).

Todas las muestras recolectadas y reportadas en este estudio reposan en la colección de macrohongos del Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Tabla 1

Especies registradas en una finca agrícola y un bosque mixto de robles de San Vicente de Chucurí, Santander, Colombia.

DIVISIÓN / Orden / Familia / Especie	Sustrato	Modo de vida	Usos	Referencias	Colección
ASCOMYCOTA					
Pezizales					
Sarcoscyphaceae					
<i>Cookeina tricholoma</i> (Mont.) Kuntze *	Md	S	C	(Denison, 1967); (Boa, 2005)	AMD21 (UIS)
<i>Phillipsia domingensis</i> (Berk.) Berk. ex Denison *	Md	S	C M	(Maggio et al., 2021); (Jiménez-Zárate et al., 2020)	AMD102 (UIS)
Xylariales					
Xylariaceae					
<i>Xylaria hypoxylon</i> (L.) Grev.	Md	S	D	(Medel et al., 2008)	AMD91 (UIS)
<i>Xylaria obovata</i> (Berk.) Berk. *	Md	S	D	(Dennis, 1970)	AMD90 (UIS)
<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev. *	Md	S	D	(Zoberi, 1972)	AMD36 (UIS)
<i>Xylaria telfairii</i> (Berk.) Sacc.	Md	S	D	(Dennis, 1956)	AMD62 (UIS)
BASIDIOMYCOTA					
Agaricales					
Agaricales sp.1	Md	-	-		AMD107 (UIS)
Agaricales sp.2	Md	-	-		AMD68 (UIS)
Agaricales sp.3	H	-	-		AMD63 (UIS)

Agaricales sp.4	S	-	-		AMD24 (UIS)
Agaricales sp.5	Md	-	-		AMD108 (UIS)
Agaricales sp.6	Md	-	-		AMD109 (UIS)
Agaricales sp.7	Md	-	-		AMD103 (UIS; HUA)

Agaricaceae

<i>Agaricus</i> cf. <i>dennisii</i> Heinem. *	H	S	D	(Pegler, 1983)	AMD92 (UIS)
<i>Agaricus</i> sp.	H	S	-		AMD67 (UIS)
<i>Cyathus striatus</i> Willd. *	Md	S	D	(Gómez & Pérez-Silva, 1988)	AMD106 (UIS)
<i>Lepiota</i> sp.1	S	S	-		AMD83 (UIS)
<i>Lepiota</i> sp.2	S	S	-		AMD08 (UIS)
<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Ravenel ex Berk. & M.A. Curtis) Pat. *	H	S	D	(Pegler, 1983)	AMD37 (UIS)

Amanitaceae

<i>Amanita</i> sp.	S	Ec	-		AMD98 (UIS)
--------------------	---	----	---	--	-------------

Cortinariaceae

<i>Cortinarius</i> cf. <i>boyacensis</i> Singer	H	Ec	D	(Singer, 1963)	AMD100 (UIS)
<i>Cortinarius iodes</i> Berk. & M.A. Curtis	H	Ec	D	(Ammirati & Bigelow, 1984)	AMD11 (UIS)
<i>Cortinarius</i> sp.	H	Ec	-		AMD27 (UIS)
<i>Cortinarius violaceus</i> (L.) Gray *	H	Ec	Pc	(Kauffman, 1907); (Maldonado e Ibarra, 2006)	AMD97 (UIS)

Entolomataceae

<i>Entoloma</i> sp.1	H	-	-		AMD104 (UIS)
<i>Entoloma</i> sp.2	H	-	-		AMD34 (UIS)
<i>Entoloma</i> sp.3	S	-	-		AMD87 (UIS)
<i>Entoloma</i> sp.4	H	-	-		AMD44 (UIS)
<i>Entoloma</i> sp.5	Mu	-	-		AMD93 (UIS)

Hygrophoraceae

<i>Hygrocybe occidentalis</i> var. <i>scarletina</i> Pegler & Fiard *	S	S	D	(Pegler, 1983)	AMD82 (UIS)
<i>Hygrocybe</i> sp.	H	S	-		AMD10 (UIS)
<i>Hygrophorus</i> sp.	S	-	-		AMD84 (UIS)

Hymenogastraceae

<i>Gymnopilus junonius</i> (Fr.) P.D. Orton *	S	S	Pc	(Holec, 2005); (Maldonado e Ibarra, 2006)	AMD57 (UIS)
<i>Gymnopilus lepidotus</i> Hesler *	S	S	D	(Franco-Molano et al., 2005)	AMD31 (UIS; HUA)
<i>Gymnopilus</i> sp.1	H	S	-		AMD99 (UIS; HUA)
<i>Psilocybe zapotecorum</i> R. Heim. *	S	S	A	(Ramírez-Cruz et al., 2006); (Franco-Molano et al., 2000)	AMD38 (UIS)
<i>Psilocybe</i> sp.1	S	S	-		AMD94 (UIS)
<i>Psilocybe</i> sp.2	S	S	-		AMD40 (UIS)

Lycoperdaceae

<i>Bovista oblongispora</i> (Lloyd) Bottomley **	S	S	D	(Dennis, 1953)	AMD69 (UIS)
--	---	---	---	----------------	-------------

<i>Calvatia rugosa</i> (Berk. & M.A. Curtis) D.A. Reid **	S	S	D	(Alves & Cortez, 2014)	AMD48 (UIS)
<i>Lycoperdon fuliginum</i> Berk. & M.A. Curtis *	Md	S	D	(Suárez & Wright, 1996)	AMD51 (UIS)
Marasmiaceae					
<i>Clitocybula azurea</i> Singer *	Md	S	D	(Singer, 1973)	AMD41 (UIS)
<i>Clitocybula</i> sp.	Md	S	-		AMD15 (UIS)
<i>Marasmius rhyssophyllus</i> Mont. ex Berk. & M.A. Curtis *	Md	S	D	(Dennis, 1970)	AMD72 (UIS; HUA; JBB)
<i>Marasmius</i> sp.	S	-	-		AMD33 (UIS)
Mycenaceae					
<i>Mycena holoporphyra</i> (Berk. & M.A. Curtis) Singer *	H	S	D	(Pegler, 1983)	AMD49 (UIS)
Omphalotaceae					
<i>Gymnopus</i> sp.	H	S	-		AMD86 (UIS; HUA)
Physalacriaceae					
<i>Oudemansiella platensis</i> (Speg.) Speg.*	Md	S	D	(Petersen et al., 2008)	AMD53 (UIS)
Pleurotaceae					
<i>Pleurotus albidus</i> (Berk.) Pegler **	Md	S	C	(Albertó et al., 2002); (Moreno-Fuentes & Bautista-Nava, 2006)	AMD58 (UIS; HUA; JBB)
<i>Pleurotus</i> cf. <i>flabellatus</i> Sacc. *	Md	S	D	(Pegler, 1983)	AMD85 (UIS; HUA)

Pluteaceae						
<i>Volvariella bombycina</i> (Schaeff.) Singer *	Av, Md	S	C	(Dennis, 1970); Kuo, 2020); (Boa, 2005)	AMD70 (UIS)	
Porotheleaceae						
<i>Gerronema</i> sp.	Md	S	-		AMD78 (UIS)	
Psathyrellaceae						
<i>Psathyrella asperospora</i> (Cleland) Guzmán, Bandala & Montoya **	S	S	D	(Guzmán et al., 1990)	AMD39 (UIS)	
Schizophyllaceae						
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	Md	S	C	(Cooke, 1961); (Dávila-Arenas et al., 2013)	AMD135 (UIS)	
Strophariaceae						
<i>Hypholoma</i> sp.	Md	S	-		AMD65 (UIS; HUA)	
<i>Kuehneromyces mutabilis</i> (Schaeff.) Singer & A.H. Sm. **	Mu	S	C	(Singer & Smith, 1946); (Boa, 2005)	AMD105 (UIS; HUA)	
Strophariaceae sp.	Md	-	-		AMD45 (UIS)	
Tricholomataceae						
Tricholomataceae sp.	S	-	-		AMD88 (UIS)	
Auriculariales						
Auriculariaceae						
<i>Auricularia delicata</i> (Mont. ex Fr.) Henn.	Md	S	C	(Lowy, 1952); (Boa, 2005)	AMD89 (UIS)	

<i>Auricularia fuscosuccinea</i> (Mont.) Henn.	Md	S	C	(Lowy, 1952); (Boa, 2005)	AMD79 (UIS)
<i>Auricularia nigricans</i> (Sw.) Birkebak, Looney & Sánchez-García *	Md	S	C	(Looney et al., 2013); (Boa, 2005)	AMD81 (UIS)
Boletales					
Boletaceae					
<i>Boletellus ananas</i> (M.A. Curtis) Murrill *	Av, Md	Ec	D	(Singer, 1978); (Singer, 1988)	AMD52 (UIS)
<i>Boletellus</i> sp.	H	Ec	-		AMD54 (UIS)
<i>Phylloporus centroamericanus</i> Singer & L.D. Gómez *	Av	Ec	D	(Neves & Halling, 2010)	AMD101 (UIS)
<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quél. *	Av	Ec	C	(Gómez, 1996); (Halling, 1989); (Boa, 2005)	AMD64 (UIS; HUA)
Dacrymycetales					
Dacrymycetaceae					
<i>Dacrymyces spathularia</i> (Schwein.) Alvarenga *	Md	S	C	(Teixeira, 1946); (Boa, 2005)	AMD46 (UIS)
<i>Dacryopinax martinii</i> Lowy *	Md	S	D	(Castro-Santiuste et al., 2020)	AMD55 (UIS)
Hymenochaetales					
Hymenochaetaceae					
<i>Hymenochaete iodina</i> (Mont.) Baltazar & Gibertoni *	Md	S	D	(Ryvarden, 2016)	AMD28 (UIS)
Rickenellaceae					

<i>Rickenella fibula</i> (Bull.) Raithelh. *	Md	S	D	(Antonín & Noordeloos, 2004)	AMD133 (UIS)
Polyporales					
Polyporales sp.	Md	-	-		AMD42 (UIS)
Irpicaceae					
<i>Flavodon flavus</i> (Klotzsch) Ryvarden *	Md	S	D	(Ryvarden, 2015)	AMD80 (UIS)
Meripilaceae					
<i>Rigidoporus microporus</i> (Sw.) Overeem	Md	P, S	D	(Ryvarden, 2016); (Oghenekaro et al., 2015)	AMD95 (UIS)
<i>Rigidoporus</i> sp. 1	Md	S	-		AMD18 (UIS; HUA)
<i>Rigidoporus</i> sp. 2	Md	S	-		AMD43 (UIS)
Panaceae					
<i>Cymatoderma caperatum</i> (Berk. & Mont.) D.A. Reid	Md	S	D	(Welden, 1960)	AMD19 (UIS, HUA)
Polyporaceae					
<i>Amauroderma</i> sp.1	S	-	-		AMD30 (UIS)
<i>Amauroderma</i> sp.2	S	-	-		AMD09 (UIS; HUA)
<i>Amauroderma</i> sp.3	Md	-	-		AMD71 (UIS)
<i>Ceriporus flavus</i> (Sw.) Zmitr. *	Md	S	D	(Nakasone, 2015)	AMD59 (UIS)
<i>Earliella scabrosa</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden *	Md	S	D	(Ryvarden, 2015)	AMD75 (UIS; HUA)

<i>Fabisporus sanguineus</i> (L.) Zmitr. *	Md	S	M Pc C	(Ryvarden, 2016); (Correa et al., 2005); (Maldonado e Ibarra, 2006); (Boa, 2005)	AMD06 (UIS)
<i>Favolus tenuiculus</i> P. Beauv. *	Md	S	C	(Ryvarden, 2016); (Dávila-Arenas et al., 2013)	AMD29 (UIS; HUA)
<i>Fomitella supina</i> (Sw.) Murrill *	Md	S	D	(Ryvarden, 2015)	AMD77 (UIS)
<i>Ganoderma cf. amazonense</i> Weir	Av	S	D	(Ryvarden, 2016)	AMD35 (UIS; HUA)
<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.	Md	S	M Pc	(Ryvarden, 2004); (Boa, 2005); (Maldonado e Ibarra, 2006)	AMD74 (UIS; HUA)
<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.	Md	S	C	(Pegler, 1983); (Silva et al., 2020)	AMD25 (UIS)
<i>Lentinus cf. substrictus</i> (Bolton) Zmitr. & Kovalenko	Md	S	D	(Ryvarden, 2016)	AMD73 (UIS)
Polyporaceae sp. 1	Md	-	-		AMD66 (UIS)
<i>Polyporus guianensis</i> Mont. *	Md	S	D	(Ryvarden, 2016)	AMD56 (UIS)
<i>Trametes elegans</i> (Spreng.) Fr.	Md	S	M C	(Ryvarden, 2016) (Mayaka et al., 2019); (Boa, 2005)	AMD32 (UIS)
Russulales					
Russulaceae					
<i>Russula cf. emetica</i> (Schaeff.) Pers. *	H	Ec	C	(Singer, 1963); (Boa, 2005)	AMD50 (UIS)

<i>Russula cf. humboldtii</i> Singer *	H	Ec	D	(Singer, 1963)	AMD60 (UIS)
Stereaceae					
<i>Stereum cf. gausapatum</i> (Fr.) Fr. *	Av	S	D	(Tura et al., 2008)	AMD134 (UIS)

Nota. El listado se organiza en orden alfabético a nivel de división, orden, familia y especie. Las abreviaturas se denotan como: Sustrato (Av: Árbol vivo; Md: Madera en descomposición; S: Suelo; H: Hojarasca; Mu: Musgo). Modo de vida (Ec: Ectomicorrícico; S: Saprobio; P: Patógeno). Usos (C: Comestible; T: Tóxico; A: Alucinógeno; M: Medicinal; B: Biotecnológico, Pc: Pigmentos colorantes y D: Desconocido). Colección (AMD: Serie de Andrés Martínez Díaz; UIS: Herbario Universidad Industrial de Santander; HUA: Herbario Universidad de Antioquia; JBB: Jardín Botánico de Bogotá). Las novedades corológicas se denotan para Santander (*) y para Colombia (**). Las referencias a los usos de las especies se marcan en negrilla; las referencias taxonómicas se marcan en letra normal.

Figura 3

Diversidad de ordenes en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota.

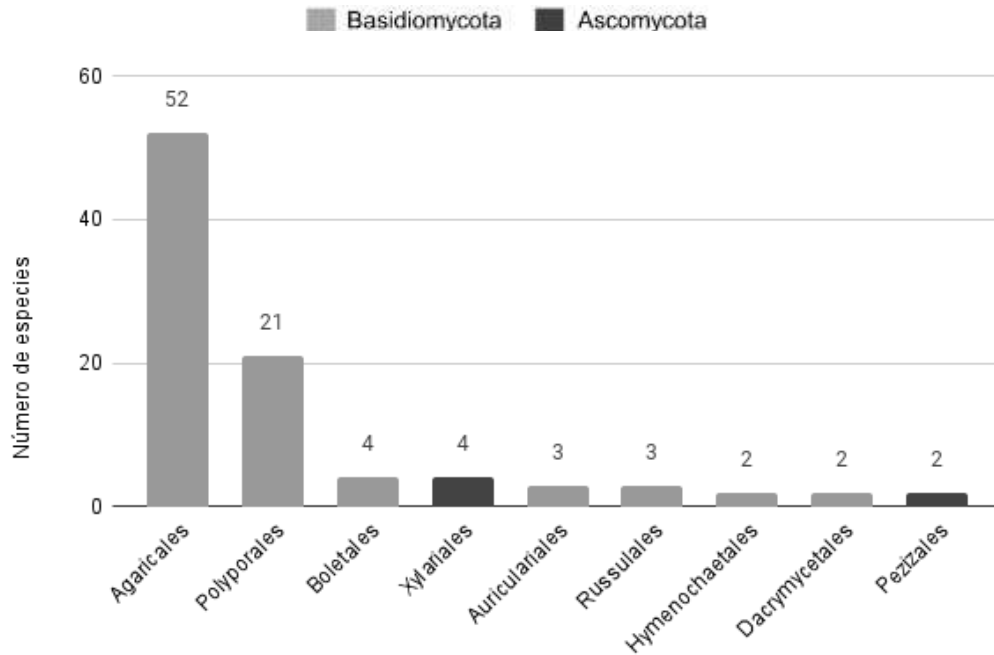


Figura 4

Diversidad de familias más diversas en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota.

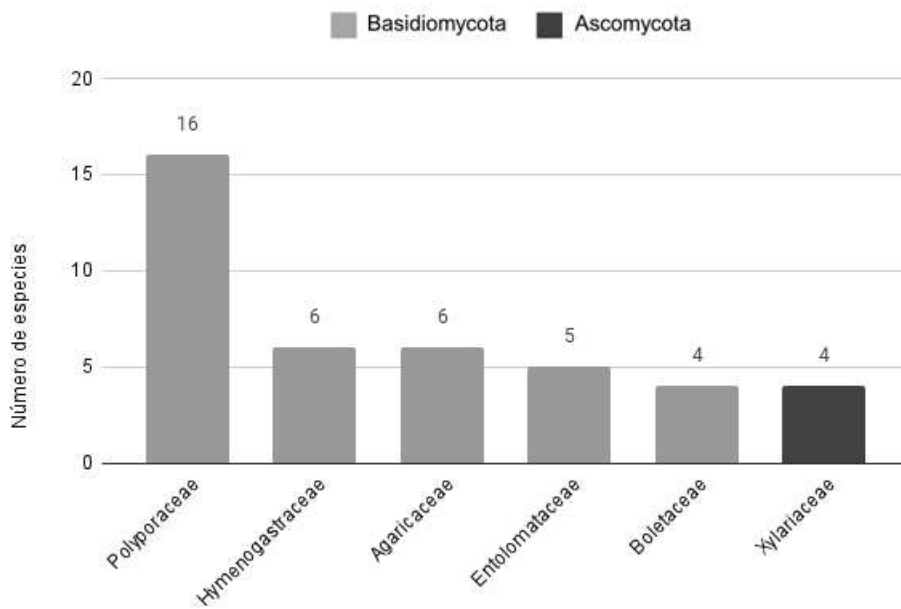


Figura 5

Diversidad de géneros más diversos en las divisiones Basidiomycota y Ascomycota.

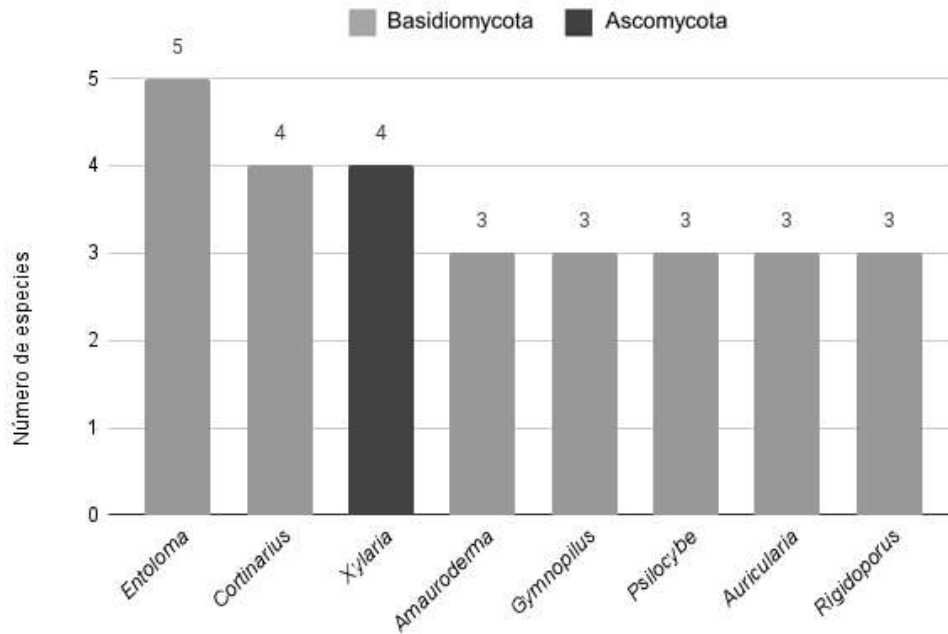


Figura 6

Diversidad de sustratos de todos los especímenes recolectados.

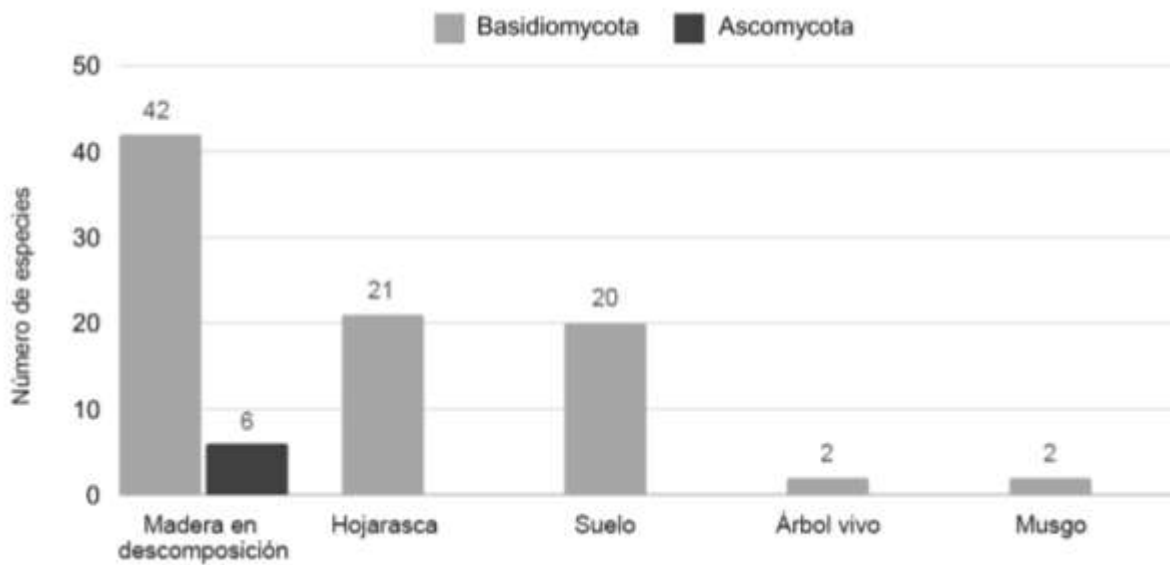


Figura 7

Modos de vida.

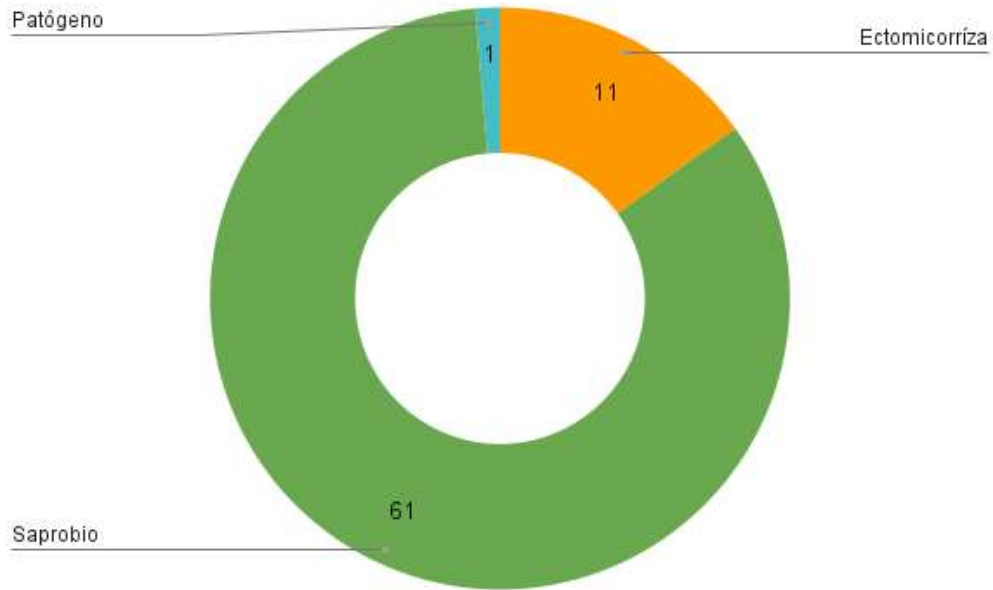
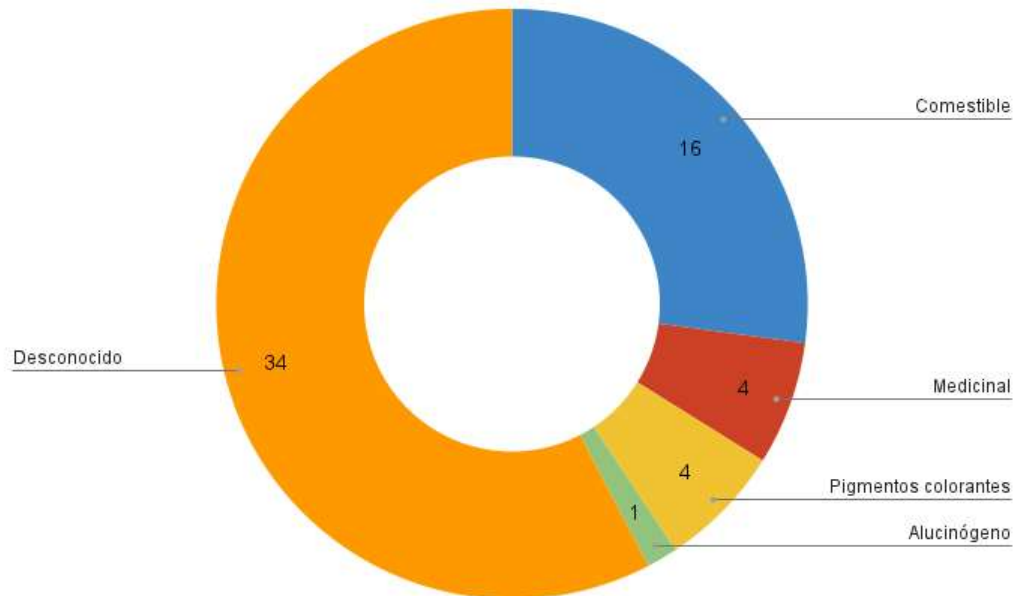


Figura 8

Usos potenciales de las especies determinadas.



4. Discusión

Este trabajo corresponde al primer acercamiento a los macrohongos en el municipio de San Vicente de Chucurí, en el departamento de Santander. Las 56 especies determinadas en este estudio corresponden aproximadamente al 4.5% de las 1239 especies de macrohongos registrados para el país (Gaya et al., 2022). Sumado a lo anterior, se registran cinco posibles novedades corológicas para Colombia: *Bovista oblongispora*, *Calvatia rugosa*, *Kuehneromyces mutabilis*, *Pleurotus albidus*, y *Psathyrella asperospora* (Colfungi, 2024; Gómez-Montoya et al., 2022; Zambrano-Forero et al., 2023) (Tabla 1; Apéndice A). Para el caso de Santander, nuestros datos representan el 77.7% de las 72 especies previamente presentadas por Gómez-Montoya et al. (2022); Vasco-Palacios y Franco-Molano (2013) en donde además, se registran 37 nuevos taxones para el departamento (Tabla 1). No obstante, se sugiere realizar análisis moleculares para corroborar dichas novedades corológicas, y así, verificar la identidad de las restantes 37 morfoespecies obtenidas en este estudio, que no fueron determinadas a especie, dada la ausencia de literatura y la falta de exploraciones locales, lo cual podría representar más novedades tanto corológicas como taxonómicas.

La división mejor representada fue Basidiomycota, donde los órdenes más diversos fueron Agaricales y Polyporales (Figura 3), lo cual concuerda con lo sugerido por Franco-Molano et al. (2010); Sierra-Toro et al. (2001) para bosques montanos de la región andina en Colombia. Por otra parte, Ascomycota fue la división menos representada, aportando solo el 7.4% de los especímenes colectados (Figura 3). Estudios globales muestran que Ascomycota incluye más del doble de especies descritas que Basidiomycota (Wang et al., 2010), no obstante, la mayoría de sus especies son organismos microscópicos lo cual dificulta su observación y recolección (Carranza-Velázquez

et al., 2014) por lo que adoptando metodologías de colecta e identificación como meta secuenciación, estudios microscópicos y bioquímicos podrían seguramente aportar una mayor diversidad de especies de la división Ascomycota. En este sentido, y de acuerdo con la metodología de colecta poco exhaustiva y basada en presencia o ausencia de esporomas del presente estudio, obtuvimos como resultado un número mayor de especímenes de la división Basidiomycota.

Dentro de Ascomycota, Xylariales fue el orden más diverso, donde el género *Xylaria* registró el mayor número de especies, coincidiendo con lo registrado por López-Quintero et al. (2007); Soto Medina y Bolaños Rojas (2013) para bosques montanos en Colombia. La alta diversidad en este grupo de hongos xilariáceos podría explicarse por su capacidad para degradar sustratos como celulosa y lignina, los cuales, son componentes abundantes en este tipo de ecosistemas forestales (Rogers, 2000).

4.1 Modos de vida y servicios ecosistémicos

4.1.1 Hongos saprobios

Los hongos junto a otros organismos desempeñan un componente fundamental en la regulación y equilibrio de los ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas forestales (Vandenkoornhuyse et al., 2002). De acuerdo con Nguyen et al. (2016) se determinaron 61 morfoespecies como saprobias, que corresponden al 66% del total recolectado (Figura 7). El sustrato más frecuente fue la madera, incluyendo árboles vivos y madera en descomposición, en donde el grupo más habitual fue el orden Polyporales. Estos organismos utilizan como fuente de carbono la materia orgánica que proviene de los árboles, alimentándose de la madera y descomponiéndola, de esta manera, las sustancias orgánicas fijadas se liberan aprovechando los

compuestos orgánicos como fuente de hidrógeno para la producción de energía (Piepenbring, 2015; Schmidt, 2006). Los siguientes sustratos más habitados fueron la hojarasca y suelo, que conforman una capa de humus y material orgánico, generando así condiciones micro climáticas distintivas y apropiadas que favorecen la fructificación de los esporomas (Dix y Webster, 1995). El grupo más diverso en estos sustratos fue el orden de los Agaricales, creciendo como saprobios y cumpliendo funciones diferentes, que incluyen tanto roles activos, como la degradación del material vegetal muerto (Bridge y Spooner, 2001). Finalmente, el sustrato menos habitado fueron los musgos, con solo dos especies creciendo sobre ellos. Este tipo de microhábitat proporciona condiciones más estables de humedad y temperatura para el desarrollo de los esporomas de algunas especies (Tadiosa y Lubos, 2020).

4.1.2 Hongos ectomicorrícicos (ECM)

Los robledales establecen relaciones mutualistas con hongos ectomicorrícicos (ECM), esta interacción ecológica cumple un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas forestales, favoreciendo de manera recíproca las raíces de las plantas y el micelio fúngico (Vargas y Restrepo, 2020). En este estudio se encontraron 11 morfoespecies ectomicorrícicas en el relicto de bosque mixto de robles asociadas posiblemente a la especie de roble colombiano *Quercus humboldtii*, representando el 12% del total recolectado (Figura 7). Los géneros determinados dentro de éste modo de vida de acuerdo con Rinaldi et al. (2008); Tedersoo et al. (2010); Nguyen et al. (2016) fueron *Cortinarius*, *Boletellus*, *Russula*, *Xerocomus*, *Amanita* y *Phylloporus*. En Santander se registran 20 especies de ectomicorrizas asociadas a robledales (Vargas y Restrepo, 2020) de las cuales 11 fueron encontradas en el presente estudio. No obstante, se espera que se encuentren más especies con este modo de vida considerando la gran extensión de robledales en el departamento.

4.1.3 Hongos patógenos

Pese a que los hongos patógenos se consideran como un componente fundamental para la salud de los ecosistemas como el control poblacional de árboles viejos y débiles, algunas especies representan daños y pérdidas en cultivos y áreas forestales en regeneración (Niego et al., 2023). *Rigidoporus microporus* (Polyporales), una especie hallada en cultivos de café, es considerada como un problema grave en los trópicos, no solo para este tipo de cultivos, sino también para plantaciones de cacao, coco y té (Ryvarden, 2016), además, esta especie figura como el patógeno de mayor importancia económica en los cultivos de caucho tropical (Oghenekaro et al., 2015) lo que podría representar una oportunidad de estudio sobre la biología y ecología de estos organismos en aras de mejorar la defensa y productividad de los cultivos agrícolas.

4.2 Beneficios directos y usos potenciales

En Colombia, hasta la fecha, se conocen 441 especies con usos registrados, entre los que resaltan los alimenticios, medicinales y biotecnológicos (Gaya et al., 2021). En este estudio se listan especies con los potenciales usos anteriormente mencionados, algunas de ellas pueden presentar dos o más usos, que, aunque algunos no figuran para Colombia, si se registran en otras regiones a nivel global (ColFungi, 2024; Boa, 2005) por lo que podrían representar una alternativa de desarrollo sostenible y seguridad alimentaria para los habitantes de la región.

Si bien, no se conocen trabajos previos sobre etnomicología o aprovechamiento de la microbiota en el área de estudio algunos pobladores locales mencionan que sus antepasados tradicionalmente colectaban hongos para incluirlos como parte de su dieta alimenticia, esta tradición se fue olvidando con el paso del tiempo incluidos los nombres vernáculos de las especies,

probablemente por la inclusión de nuevos productos alimenticios o por tabúes sobre los hongos, en donde se cree que todas las especies pueden ser venenosas o alucinógenas. Este desconocimiento abre puertas para una futura investigación de carácter etnomicológico en la zona.

Algunas de las especies recolectadas y determinadas en este trabajo se listan en la literatura como comestibles y podrían proporcionar un complemento en la dieta de los pobladores locales, entre ellas se destacan especies como: *Auricularia delicata*, *A. fuscosuccinea*, *A. nigricans*, *Russula* cf. *emética*, *Xerocomus subtomentosus* (Boa, 2005); *Pleurotus albidus* (Moreno-Fuentes y Bautista-Nava 2006); *Lentinus crinitus* (Silva et al., 2020); *Schizophyllum commune* y *Favolus tenuiculus* (Dávila-Arenas et al., 2013). Igualmente, se registran especies con potencial medicinal como *Fabisporus sanguineus*, el cual presenta actividad leishmanicida y otras sustancias antiparasitarias (Correa et al., 2005), *Ganoderma applanatum* (Boa, 2005) y *Phillipsia domingensis*, registrando esta última una alta capacidad antioxidante, antifúngica y antihelmíntica (Jiménez-Zárate et al., 2020). A su vez, se reportan cuatro especies con usos para la extracción de pigmentos colorantes orgánicos como *Cortinarius violaceus*, *Gymnopilus junonius*, *Fabisporus sanguineus* y *Ganoderma applanatum* que podrían ser empleados con propósitos de tinción en textiles y fibras de origen natural (Maldonado e Ibarra, 2006) (Tabla 1; Figura 8).

4.3 Perspectivas a futuro

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan la gran riqueza de macrohongos del lugar, considerando el área reducida y el poco tiempo empleado en el muestreo. Además, debido a su ubicación geográfica, los diferentes tipos de vegetación en diferentes estratos boscosos y factores como la elevación, el clima y la temperatura, la cuenca hidrográfica del Río Chucurí y las áreas montañosas del P.N.N. Serranía de los Yariguíes podrían aportar un mayor número de especies a

medida que aumenten las exploraciones más detalladas, lo que podría contribuir a la ampliación de la distribución biogeográfica de las especies. Así mismo, con estos hallazgos y su posterior divulgación, se espera despertar el interés y promover el uso sostenible de los recursos forestales no maderables de la región, en directa relación con las comunidades locales.

5. Conclusiones

Se determinaron 56 especies de las divisiones Ascomycota y Basidiomycota, entre las cuales se registran cinco posibles novedades corológicas para Colombia y 37 para el departamento de Santander, representando estos datos cerca del 4.5% de la diversidad de macromicetos registrados para el país.

A nivel ecológico, los grupos más diversos fueron los órdenes Agaricales, Polyporales y Xylariales, los cuales cumplen como organismos saprobios un rol fundamental en el ciclado de nutrientes del suelo valiéndose de los sustratos más habitados como la madera, la hojarasca y el suelo. Adicionalmente, varias especies de estos grupos sostienen relaciones simbióticas mutualistas ectomicorrícicas con diferentes especies vegetales entre las que se destacan como potenciales hospederos el roble colombiano *Quercus humboldtii*, manteniendo el equilibrio ecológico y la salud de los bosques.

Respecto a los servicios y utilidades de estos organismos, se registran 25 especies con usos potenciales, como 16 especies comestibles, cuatro con propiedades medicinales, cuatro con posibilidad de extracción de pigmentos colorantes orgánicos y una con propiedades alucinógenas. Estos resultados y su divulgación podrían promover e incentivar el uso sostenible de los recursos forestales no maderables a nivel local y departamental.

Finalmente, este trabajo hace un aporte preliminar al conocimiento de la funga del departamento y al crecimiento de la colección de macrohongos del Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

6. Recomendaciones

Se recomienda poner en consideración la inclusión de los hongos en los estudios e inventarios de biodiversidad y en las políticas ambientales tanto a nivel departamental, así como nacional, dada su indispensable contribución de servicios y beneficios a los ecosistemas y a la especie humana. Igualmente se sugiere incrementar el estudio y la exploración a nivel espacial y sobre todo a nivel temporal, a mediano y largo plazo, para obtener datos robustos sobre la diversidad de macrohongos y sus usos, especialmente para generar estrategias que permitan su conservación.

Referencias Bibliográficas

- Albertó, E. O., Petersen, R. H., Hughes, K. W., & Lechner, B. (2002). Miscellaneous notes on *Pleurotus Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 18(1), 55–69.
- Alvarado Tarazona, L. X., Correa Delgado, Y.A. (2023). *Diagnóstico sanitario de robledales (Quercus humboldtii Bonpl.) empleando técnicas de laboratorio y teledetección en García Rovira*. (Tesis de pregrado), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/15118>
- Alves, C. R., & Cortez, V. G. (2014). Gasteroid Agaricomycetidae (Basidiomycota) from São Camilo State Park, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira De Biociências*, 12(1), 26. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114854>
- Ammirati, J. F., & Bigelow, H. E. (1984). *Cortinarius iodes* versus *Cortinarius heliotropicus*. *Mycotaxon*, 20(2), 461-471.
- Antonín, V., & Noordeloos, M. E. (2004). *A monograph of the genera HEMIMYCENA, 'DELICATULA, FAYODIA, GAMUNDIA, MYXOMPHALIA, RESINOMYCENA, RICKENELLA, AND XEROMPHALINA (tribus Mycenae sensu singer, Mycena excluded) in Europe*. IHW-VERLAG.
- Boa, E. (2005). *Los hongos silvestres comestibles: Perspectiva global de su uso e importancia para la población (productos forestales no madereros)*. Food & Agriculture Org. FAO.
- Bridge, P., & Spooner, B. (2001). Diversity and detection. *Plant And Soil*, 232(1/2), 147-154. <https://doi.org/10.1023/a:1010346305799>

- Carranza Velázquez, J., Marín Méndez, W., Ruiz Boyer, A., y Di Stéfano Gandolfi, J. F. (2014). Riqueza de macrohongos en la estación la Leona, Parque Nacional Corcovado, Puntarenas, Costa Rica. *Brenesia*, (81-82), 37-51.
- Castro-Santiuste, S., Sierra, S., Guzmán-Dávalos, L., Cifuentes, J., Evans, T., Martínez-González, C. R., Alvarado-Sizzo, H., & Luna-Vega, I. (2020). *Dacryopinax* (Fungi: Dacrymycetales) in Mexico. *Phytotaxa*, 446(1), 6-22. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.446.1.2>
- ColFungi, (2024). Hongos Útiles de Colombia. Recuperado el 03 de agosto de 2024 de <https://colfungi.org/>
- Cooke, W. B. (1961). The genus *Schizophyllum*. *Mycologia*, 53(6), 575-599. <https://doi.org/10.1080/00275514.1961.12017987>
- Correa, E., Quiñones, W., Torres, F., Cardona, D., Echeverri, F., Franco, A. E., & Robledo, S. (2005). Actividad Leishmanicida de *Pycnoporus sanguineus*. *Deleted Journal*, 27(1), 39-42. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.331550>
- Dávila-Arenas, C., Sulca-Quispe, L., & Pavlich-Herrera, M. (2013). Estudio etnomicológico de la microbiota comestible en dos comunidades nativas dela cuenca alto Madre de Dios, Reserva Biósfera del Manu. *Sagasteguiana*, 1(1), 121-130. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/1785>
- Denison, W. C. (1967). Central American Pezizales. II. the genus *Cookeina*. *Mycologia*, 59(2), 306-317.
- Dennis, R. (1953). Some west Indian Gasteromycetes. *Kew Bulletin*, 8(3), 307-328.
- Dennis, R. (1956). Some xylarias of tropical America. *Kew Bulletin*, 11(3), 401-444.
- Dennis, R. W. G. (1970). *Fungus flora of Venezuela and adjacent countries*. Kew Bulletin, Additional Series III.

- Dix, N. J., & Webster, J. (1995). Terrestrial macrofungi. In N. J. Dix, & J. Webster (Eds.), *Fungal ecology* (pp. 341-397). Springer, Netherlands.
- Franco-Molano, A. E., Aldana-Gómez, R., & Halling, R. E. (2000). *Setas de Colombia: Agaricales, Boletales y otros hongos: Guía de campo*. Universidad de Antioquia.
- Franco-Molano, A. E., Vasco-Palacios, A. M., López-Quintero, C. A., & Boekhout, T. (2005). *Macrohongos de la región del medio Caquetá-Colombia, guía de campo*. Grupo taxonomía y ecología de hongos, Universidad de Antioquia.
- Franco-Molano, A. E., Corrales, A., & Vasco-Palacios, A. M. (2010). Macrohongos de Colombia II. listado de especies de los órdenes Agaricales, Boletales, Cantharellales y Russulales (Agaricomycetes, Basidiomycota). *Actualidades Biológicas*, 32(92), 89-113. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.13805>
- Garcés de Granada, E., Correa de Restrepo, M., Coba de Gutiérrez, B., Orozco de Amézquita, M., Zapata, A. C., Anaconda Chingana, A., & Sabogal, S. P. (2003). *Morfología y clasificación de los hongos*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79887>
- Gaya E., Vasco-Palacios A. M, Vargas-Estupiñán N., Lücking R., Carretero J., Sanjuan T., Moncada B., Allkin B., BolañosRojas A.C., Castellanos-Castro C., Coca L.F., Corrales A., Cossu T., Davis L., dSouza J., Dufat A., Franco-Molano A.E., García F, Gómez-Montoya N., González-Cuellar F.E.,... Diazgranados M. (2021). *ColFungi: Colombian resources for Fungi Made Accessible*. Royal Botanic Gardens, Kew. [DOI: 10.34885/8yvp-z538](https://doi.org/10.34885/8yvp-z538)
- Gaya, E., Motato-Vásquez, V., & Lücking, R. (2022). Diversity of fungi of Colombia. In De Almeida, RF, Lücking, R., Vasco-Palacios, AM, Gaya, E., Diazgranados, M., (Eds.), *Catalogue of Fungi of Colombia* (pp. 45-57). <https://www.jjh.cz/upload/34662.pdf>

- Gómez Gómez, S. (2022). *Manual de colecta y descripción de hongos con laminillas*. Jardín Botánico de Bogotá. [https://jbb.gov.co/documentos/publicaciones/Gomez-Gomez-S-\(2022\)_%20Manual_de_hongos.pdf](https://jbb.gov.co/documentos/publicaciones/Gomez-Gomez-S-(2022)_%20Manual_de_hongos.pdf)
- Gómez, C. L., & Pérez-Silva, E. (1988). Especies de Nidulariales (Gasteromycetes) comunes en México. *Scientia Fungorum*, (4), 161-183.
- Gómez, L. D. (1996). Basidiomicetes from Costa Rica: *Xerocomus*, *Chalciporus*, *Pulveroboletus*, *Boletellus*, *Xanthoconium* (Agaricales: Boletaceae). *Revista De Biología Tropical*, 44(S4), 59–89. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/50400>
- Gómez-Montoya, N., Sarmiento, C. R., Zora-Vergara, B., Benjumea-Aristizábal, C., Santa-Santa, D. J., Zuluaga-Moreno, M., & Franco-Molano, A. E. (2022). Diversidad de macrohongos (Basidiomycota) de Colombia: Listado de especies. *Actualidades Biológicas*, 44(116). <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n116a07>
- Guerrero, A., Almeyda, J., & Díaz, J. (2022). *Santander territorio dinámico, complejo y diverso: Una perspectiva desde la geografía física y sus interacciones ecosistémicas*. Ediciones UIS.
- Guzmán, G. (1987). *Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera*. Limusa.
- Guzmán, G., Bandala, V. M., & Montoya, L. (1990). Observaciones taxonómicas sobre el género *Psathyrella* subgénero *Lacrymaria* en México y descripción de nuevos taxa (Basidiomycotina, Agaricales). *Scientia Fungorum*, (6), 105-123.
- Halling, R. E. (1989). A synopsis of Colombian boletes. *Mycotaxon*, 34(1), 93-113.

- Hawksworth, D. L., & Lücking, R. (2017). Fungal Diversity Revisited: 2.2 to 3.8 Million Species. *Microbiology Spectrum*, 5(4): 79–95. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.funk-0052-2016>
- Holdridge, L. R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Iica. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/7936>
- Holec, J. (2005). The genus *Gymnopilus* (fungi, Agaricales) in the Czech Republic with respect to collections from other European countries. *Acta Musei Nationalis Pragae* 61 (1–2): 1–52.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2019). Hongos del municipio El Carmen de Chucurí, Santander. *Proyecto Santander BIO. 50 registros*. <https://doi.org/10.15472/tjvhf>
- Jiménez-Zárate, J., Garibay-Orijel, R., Yahia, E. M., Esquivel-Naranjo, E. U., Arellano-Carbajal, F., & Landeros, F. (2020). Primer registro de la comestibilidad de *Phillipsia domingensis* Berk. (Pezizales: Ascomycota): aspectos nutricionales y actividad biológica. *Scientia Fungorum*, 50, e1254. <https://doi.org/10.33885/sf.2020.50.1254>
- Kauffman, C. H. (1907). The genus *Cortinarius* with key to the species. *The Journal of Mycology*, 13(1), 32-39.
- Kuo, M. (septiembre de 2020). *Volvariella bombycina*. *MushroomExpert.Com*. http://www.mushroomexpert.com/volvariella_bombycina.html
- Largent, D. L., Johnson, D., Watling, R. (1977). *How to identify mushrooms to genus III: Microscopic features*. Mad River Press Inc.
- Looney, B. P., Birkebak, J. M., & Matheny, P. B. (2013). Systematics of the genus *Auricularia* with an emphasis on species from the southeastern United States. *North American Fungi*, 8, 1-25. <http://dx.doi.org/10.2509/naf2013.008.006>

- López-Quintero, C. A., Vasco-Palacios A. M., & Franco-Molano, A. E. (2007). Macrohongos de un bosque de roble, *Quercus humboldtii* (Fagaceae). *Reserva Natural Regional Cuchilla Jardín Támesis, Antioquia, Una Mirada a Su Biodiversidad, Medellín, Colombia*. 21-34.
- Lowy, B. (1952). The genus *Auricularia*. *Mycologia*, 44(5), 656-692. <https://doi.org/10.1080/00275514.1952.12024226>
- Maggio, L. P., da Silva, F. A. B., de Avila Heberle, M., Klotz, A. L., Putzke, M. T. L., & Putzke, J. (2021). The genera *Phillipsia*, *Chlorociboria*, and *Cookeina* (Ascomycota) in Brazil and keys to the known species. *Brazilian Journal of Development*, 7(1), 1790-1811. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-123>
- Maldonado, M. C., & Ibarra, L. V. (2006). Colorantes orgánicos de hongos y líquenes. *Revista Científica Scientia CUCBA*, 8(2), 141–162.
- Mayaka, R. K., Langat, M. K., Njue, A. W., Cheplogoi, P. K., & Omolo, J. O. (2019). Chemical compounds from the kenyan polypore *Trametes elegans* (Spreng: Fr.) Fr (Polyporaceae) and their antimicrobial activity. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(4), 2352-2359. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i4.37>
- Medel, R., Castillo, R., & Guzmán, G. (2008). Species of *Xylaria* (Ascomycota, Xylariaceae) known from Veracruz, Mexico and discussion of new records. *Revista Mexicana De Micología*, 28(spe), 101-118.
- Miller, O. K., & Miller, H. (1988). *Gasteromycetes: morphological and developmental features with keys to the orders, families, and genera*. Mad River Press Inc.
- Moreno, H., Tinjaca, Z. (2018). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de los Yariquíes*. Parques Nacionales Naturales de Colombia.

<https://www.parquesnacionales.gov.co/wp-content/uploads/2020/10/plan-de-manejo-pnn-serrania-de-los-yariguies.pdf>

- Moreno-Fuentes, Á., & Bautista-Nava, E. (2006). El “hongo blanco patón”, *Pleurotus albidus*, en Hidalgo, su primer registro en México. *Scientia Fungorum*, (22), 41-47.
- Mueller, G. M., Schmit, J. P., Leacock, P. R., Buyck, B., Cifuentes, J., Desjardin, D. E., Halling, R. E., Hjortstam, K., Iturriaga, T., Larsson, K., Lodge, D. J., May, T. W., Minter, D., Rajchenberg, M., Redhead, S. A., Ryvarden, L., Trappe, J. M., Watling, R., & Wu, Q. (2006). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation*, 16(1), 37-48. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9108-8>
- Nakasone, K. K. (2015). Taxonomic studies in *Chrysoderma*, *Corneromyces*, *Dendrophysellum*, *Hyphoradulum*, and *Mycobonia*. *Mycotaxon*, 130(2), 369-397. <https://doi.org/10.5248/130.369>
- Neves, M. A., & Halling, R. E. (2010). Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North America. *Mycologia*, 102(4), 923-943. <https://doi.org/10.3852/09-215>
- Nguyen, N. H., Song, Z., Bates, S. T., Branco, S., Tedersoo, L., Menke, J., Schilling, J. S., & Kennedy, P. G. (2016). FUNGuild: An open annotation tool for parsing fungal community datasets by ecological guild. *Fungal Ecology*, 20, 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.06.006>
- Niego, A. G. T., Rapior, S., Thongklang, N., Raspé, O., Hyde, K., & Mortimer, P. (2023). Reviewing the contributions of macrofungi to forest ecosystem processes and services. *Fungal Biology Reviews*, 44, 100294. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2022.11.002>

- O'Dell, T. E., Smith, J. E., Castellano, M., & Luoma, D. (1996). Diversity and conservation of forest fungi. *United States Department of Agriculture Forest Service General Technical Report Pnw*.
- O'Dell, T. E., Lodge, D. J., & Mueller, G. M. (2004). Approaches to sampling macrofungi: Inventory and Monitoring Methods. In G. M. Mueller, G. Bills, & M. S. Foster (Eds.), *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods* (pp. 163-168). Elsevier Academic Press.
- Oghenekaro, A. O., Daniel, G., & Asiegbu, F. O. (2015). The saprotrophic wood-degrading abilities of *Rigidoporus microporus*. *Silva Fennica*, 49(4). <https://doi.org/10.14214/sf.1320>
- Palacio, M., Gutiérrez, Y., Franco-Molano, A. E., & Callejas-Posada, R. (2015). Nuevos registros de macrohongos (basidiomycota) para Colombia procedentes de un bosque seco tropical. *Actualidades Biológicas*, 37(102), 319-339.
- Pegler, D. N. (1983). *Agaric flora of the Lesser Antilles*. Kew Bulletin Additional Series IX.
- Pérez-Moreno, J. (2012). Los hongos comestibles ectomicorrízicos y su biotecnología. En J. E. Sánchez y G. Mata (Eds.), *Hongos Comestibles Y Medicinales En Iberoamérica: Investigación Y Desarrollo En Un Entorno Multicultural* (pp. 19-28).
- Petersen, R. H., Desjardin, D. E., & Krüger, D. (2008). Three type specimens designated in *Oudemansiella*. *Fungal Diversity*, 32(4), 81-96.
- Piepenbring, M. (2015). *Introducción a la micología en los trópicos*. The American Phytopathological Society. <https://doi.org/10.1094/9780890546147>
- Ramírez-Cruz, V., Guzmán, G., y Ramírez-Guillén, F. (2006). Las especies del género *Psilocybe* conocidas del Estado de Oaxaca, su distribución y relaciones étnicas. *Scientia Fungorum*, 3(23), 27–36.

- Rinaldi, A. C., Comandini, O., & Kuyper, T. W. (2008). Ectomycorrhizal fungal diversity: Separating the wheat from the chaff. *Fungal Diversity*, 33, 1-45.
- Rogers, J. D. (2000). Thoughts and musings on tropical Xylariaceae. *Mycological Research*, 104(12), 1412-1420. <https://doi.org/10.1017/S0953756200003464>
- Ryvarden, L. (2004). Neotropical polypores: Part 1: Introduction, Ganodermataceae & Hymenochaetaceae. *Synopsis Fungorum* 19, *Fungiflora*.
- Ryvarden, L. (2015). Neotropical polypores part 2. *Polyporaceae, Abortiporus-Nigroporus*. *Synopsis Fungorum* 34, 232-443.
- Ryvarden, L. (2016). Neotropical polypores part 3. *Polyporaceae, Obba-Wrightoporia*. *Synopsis Fungorum*, 46, 445-613.
- Schmidt, O. (2006). *Wood and tree fungi*. Springer. <https://doi.org/10.1007/3-540-32139-X>
- Sierra Toro, J. D., Arias González, J. A., & Sánchez Sáenz, M. (2011). Registro preliminar de macrohongos (Ascomycetes y Basidiomycetes) en el bosque húmedo montano del alto el romeral (municipio de Angelópolis, departamento de Antioquia-Colombia). *Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín*, 64(2), 6159-6174. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/40466>
- Silva, C. d. M. e., Pinto, D. d. S., Santos, L. A. C., & Calaça, F. J. S. (2020). Bromatological aspects of *Lentinus crinitus* mushroom (Basidiomycota: Polyporaceae) in agroforestry in the cerrado. *Food Science and Technology*, 40(3), 659–664. <https://doi.org/10.1590/fst.14719>
- Singer, R. (1963). Oak mycorrhiza fungi in Colombia. *Mycopathologia*, 20(3-4), 239-252. <https://doi.org/10.1007/bf02089212>
- Singer, R. (1973). Diagnoses fungorum novorum Agaricalium III. *Beihefte zur Sydowia*. 7:1-106.

- Singer, R. (1978). *Keys for the identification of the species of Agaricales. I.* *Sydowia* 30 (1-6): 192-279.
- Singer, R. (1988). La fitogeografía de las boletineas (Basidiomycetes, Agaricales) en relación a las especies mexicanas. *Scientia Fungorum*, (4), 267-274.
- Singer, R., & Smith, A. H. (1946). The taxonomic position of *Pholiota mutabilis* and related species. *Mycologia*, 38(5), 500-523. <https://doi.org/10.1080/00275514.1946.12024074>
- Soto Medina, E., y Bolaños Rojas, A. C. (2013). Xylariaceae en un bosque de niebla del Valle del Cauca (Colombia). *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 37(144), 343-351. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.15>
- Suárez, V. L., & Wright, J. E. (1996). South American Gasteromycetes V: The genus *Morganella*. *Mycologia*, 88(4), 655-661. <https://doi.org/10.1080/00275514.1996.12026700>
- Tadosa, E. R., & Lubos, L. C. (2020). Common macroscopic fungi and mosses of north central mindanao. *Asian Journal of Biodiversity*, 10(1).
- Tedersoo, L., May, T. W., & Smith, M. E. (2010). Ectomycorrhizal lifestyle in fungi: Global diversity, distribution, and evolution of phylogenetic lineages. *Mycorrhiza*, 20(4), 217-263. <https://doi.org/10.1007/s00572-009-0274-x>
- Teixeira, A. R. (1946). Himenomicetos brasileiros-III (Agaricaceae). *Bragantia*, 6(4), 165-188.
- Ғura, D., Zmitrovich, I. V., Wasser, S. P., & Nevo, E. (2008). The genus *Stereum* in Israel. *Mycotaxon*, 106, 109–126.
- Uyaban Patiño, S. L., Ortíz Díaz, W.R. (2024). *Caracterización de hongos macromicetos asociados al roble Quercus humboldtii Bonpl. en dos bosques de la provincia de García Rovira.* (Tesis de grado), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/15955>

- Vandenkoornhuyse, V., Baldauf, B., Leyval, L., Straczek, S., & Young, Y. (2002). Extensive fungal diversity in plant roots. *Science*, 295(5562), 2051. <https://doi.org/10.1126/science.295.5562.2051>
- Vargas, N., & Restrepo, S. (2020). A checklist of ectomycorrhizal mushrooms associated with *Quercus humboldtii* in Colombia. In: Pérez-Moreno, J., Guerin-Laguette, A., Flores Arzú, R., Yu, FQ. (eds.), *Mushrooms, Humans and Nature in a Changing World* (pp. 425-450). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37378-8_16
- Vargas, N., Gómez-Montoya, N., Peña-Cañón, R., & Torres-Morales, G. (2022). Useful fungi of Colombia. In De Almeida, RF, Lücking, R., Vasco-Palacios, AM, Gaya, E., Diazgranados, M., (Eds), *Catalogue of Fungi of Colombia* (pp. 151-163).
- Vasco-Palacios, A. M., & Franco-Molano, A. E. (2013). Diversity of Colombian macrofungi (Ascomycota-Basidiomycota). *Mycotaxon*, 121(1), 100-158
- Villareal, H. M., Álvarez, M., Córdoba-Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza-Cifuentes, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Instituto Alexander von Humboldt*.
- Wang, H., Guo, S., Huang, M., Thorsten, L. H., & Wei, J. (2010). Ascomycota has a faster evolutionary rate and higher species diversity than basidiomycota. *Science China Life Sciences*, 53, 1163–1169.
- Welden, A. L. (1960). The Genus *Cymatoderma* (Thelephoraceae) in the Americas. *Mycologia*, 52(6), 856-876. <https://doi.org/10.1080/00275514.1960.12024962>
- Zambrano-Forero, C. J., Dávila-Giraldo, L. R., Motato-Vásquez, V., Villanueva, P. X., Rondón-Barragán, I. S., & Murillo-Arango, W. (2023). Diversity and distribution of macrofungi (Ascomycota and Basidiomycota) in Tolima, a department of the Colombian Andes: An

annotated checklist. *Biodiversity Data Journal*, 11.

<https://doi.org/10.3897/BDJ.11.e104307>

Zoberi, M. (1972). *Tropical macrofungi: Some common species*. Springer.

Apéndices

Apéndice A. Posibles nuevos registros para Colombia.



Nota: Se muestran los esporomas y sus esporas. A-B: *Bovista oblongispora*; C-D: *Calvatia rugosa*; E-G: *Kuehneromyces mutabilis*; H-I: *Pleurotus albidus*; J-L: *Psathyrella asperspora*. Barra de escala de los esporomas: 1 cm; Barra de escala de las esporas: 10 µm.