

Macromicetos: generalidades, desinfección y cultivo *in vitro*

Luz Stella Ramírez Aristizábal¹. Ángela María Arango Londoño²-

Resumen

Introducción: Los macromicetos poseen diversas aplicaciones biotecnológicas e industriales, como la producción de enzimas, degradación de contaminantes, blanqueamiento textil, producción de nuevos fármacos, bioremediación, producción de alimentos, entre otros. Además, son empleados en investigaciones básicas o aplicadas, o estudios sistemáticos y de biodiversidad, por lo que existe un interés creciente en obtenerlos y cultivarlos a nivel de laboratorio, esto gracias a sus componentes biológicamente activos, que les confieren propiedades tan variadas como actividad antitumoral, antiinflamatoria y antibacteriana.

Conclusiones: Los Macromicetos tienen un sinnúmero de aplicaciones en diversas industrias (médica, agrícola, alimentaria, etc), por esta razón es necesario que la investigación fúngica se enriquezca, abriendo las posibilidades a descubrir nuevos usos, dando solución a problemas reales y específicos.

Palabras clave: Basidiomicota, Ascomicota, desinfección

Abstract

Introduction: The macromycetes have diverse biotechnological and industrial applications, such as the production of enzymes, pollutant degradation, textile whitening, production of new drugs, bioremediation, food production, among others. In addition, they are employed in basic or applied research, or systematic and biodiversity studies, so there is a growing interest in obtaining and cultivating them at the laboratory level, thanks to their biologically active components, which give them properties as varied as antitumor activity, anti-inflammatory and antibacterial.

Conclusion: Macromycetes have a multitude of applications in various industries (medical, agricultural, food, etc), for this reason it is necessary that the fungal research is enriched, opening the possibilities to discover new uses, giving solution to real and specific problems.

Key words: Basidiomicota, Ascomicota, disinfection

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira. 2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

Introducción

Los macromicetos son un gran grupo de macrohongos muy diversos y de gran importancia en la naturaleza debido a su papel dentro del ciclo del Carbono, y en la degradación de materiales recalcitrantes. Este grupo se compone de dos subdivisiones, los Basidiomicetos y los Ascomicetos, quienes tienen una distribución cosmopolita, encontrándose principalmente en lugares donde haya material orgánico en descomposición y agua, a una temperatura cercana a los 25°C. Los macromicetos tienen un ciclo celular que implica la formación de esporangios sexuales, en el caso de la subdivisión Ascomicotina son llamados Ascas, los cuales generan esporas conocidas como ascosporas. La unión de ascas conforma el cuerpo fructífero (Ascocarpos) de los Ascomicetos. En la subdivisión Basidiomicotina se representan hongos que en su ciclo biológico forman esporas conocidas como basidiosporas, las cuales a su vez son desarrolladas en los cuerpos fructíferos de los Basidiomicetos, conocidos como Basidiocarpos. (Ortiz-Moreno, 2010) Dichos hongos son considerados medicinales gracias al valor nutricional que exhiben por su alto contenido de carbohidratos, proteínas, aminoácidos libres, vitaminas, minerales esenciales y algunos elementos trazas. Además de esto son utilizados en la medicina por ser ricos en metabolitos secundarios como lectinas, compuestos fenólicos y polifenólicos, terpenoides, polisacáridos, entre otros. (Elsayed A,

Enshasy, Wadaan, & Aziz, 2014) Igualmente presentan enzimas que tienen diferentes aplicaciones biológicas, como enzimas antioxidantes y enzimas lignolíticas que son de gran importancia biotecnológica, pues estas últimas logran degradar compuestos aromáticos, una vez el hongo que las excreta logra crecer en presencia de un sustrato recalcitrante. Algunas especies de estos hongos son empleadas en la industria y la medicina, por ejemplo, debido a sus componentes activos, caso especial de *Psilocybe*, hongo rico en Psilocibina, sustancia de acción psicotrópica que ocasiona alucinación a consumidores de este, y que ha sido utilizado desde tiempos prehispánicos. (Ortiz-Moreno, 2010)

En la cultura medicinal tradicional China los hongos han sido utilizados abundantemente por siglos, para tratar condiciones como dolores regulares, fatiga asociada al envejecimiento celular, problemas cardiacos, enfermedades en los pulmones y parásitos intestinales, caso específico donde es utilizado el hongo *Lentinula edodes* (Shitake). Y si bien en varias culturas del mundo los macrohongos son empleados de manera empírica por conocedores de los mismos, existe también información científica que soporto el hecho de que varias de las condiciones mencionadas anteriormente en realidad pueden mejorar con el consumo regular de

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

ciertos hongos o sus extractos. En especial, el hongo *L. edodes* ha sido estudiado a profundidad, y más puntualmente las propiedades de los compuestos químicos que lo conforman. En un estudio presentado por el Memorial Sloan Kettering Cancer Center (MSKCC, 2015), se menciona que la Lentina extraída del Skitake actúa como un adyuvante que estimula la producción de anticuerpos en ratones inyectados con una vacuna contra la Hepatitis B. Por otro lado, el hongo de repisa *Ganoderma lucidum*, conocido como Lingzhi en China y Reishi en Japón, es uno de los hongos medicinales más populares y tradicionales del mundo entero. Tal como con el hongo Shitake, se cree que el hongo Reishi puede ser empleado para tratar cáncer, problemas cardiovasculares y diabetes. A pesar de estas afirmaciones, es apresurado asegurar que estas especies pueden mejorar dichas condiciones, sin embargo, según investigaciones conducidas en otros hongos como *Inonotus obliquus* y *Grifola frondosa*, por lo menos es posible mencionar que todos ellos estimulan el crecimiento celular en cultivos de tejidos. (Money, 2016)

Actualmente, se estima que el reino Fungi está constituido por 1.5 millones de especies, solo 70.000 de ellas han sido descritas, cerca del 50% de las especies de hongos existentes son comestibles en diferentes grados, y de los hongos descritos a nivel mundial,

alrededor del 32% corresponden a hongos Basidiomicetos. (Peng, y otros, 2017) Más de 3000 especies están distribuidas en 31 géneros que son considerados como hongos comestibles primarios. De las 14.000 especies conocidas de hongos que son producidas a nivel industrial, 650 son medicinales con una amplia variedad de beneficios para la salud, pero solo 10 especies de estas son cultivadas a escala comercial. Alrededor del 10% de las especies conocidas pueden llegar a poseer componentes venenosos y 30 especies son consideradas letales. (Khatun, Islam, Cakilcioglu, & Chatterjee, 2012) (Sharma, 2015) (Linde, Luciani, Lopes, Silveira do Valle, & Colauto, 2017)

Macromicetos en Colombia

En Colombia se pueden encontrar un alto porcentaje de las especies de hongos que se han descrito a nivel mundial. Como muestra de esto, en un estudio llevado a cabo por (Sierra Toro, Arias González, & Sánchez Sáenz, 2011) en el departamento de Antioquia, municipio de Angelópolis, se colectaron 40 especies de macrohongos, distribuidos en 18 familias y 34 géneros, cifra bastante alta pues el área de muestreo del estudio fue pequeña. La información de las especies colectadas se muestra a continuación:

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

Tabla 1. Especies de macrohongos colectadas en el Departamento de Antioquia, municipio de Angelópolis. (Sierra Toro, Arias González, & Sánchez Sáenz, 2011)

FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Agaricaceae	<i>Agaricus cf. Campestris</i> L.
	<i>Calvatia</i> sp.
	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i> (Berk. Y M.A Curtis) Pat.
Amanitaceae	<i>Amanita</i> sp.
Auriculariaceae	<i>Auricularia delicata</i> (Fr.) Henn.
Boletaceae	<i>Boletellus ananas</i> (M.A. Curtis) Murrill.
	<i>Boletus auriporus</i> Peck, Ann
	<i>Phylloporus fibulatus</i> Singer, Ovrebo y Halling
	<i>Tylopilus bulbosus</i> Halling y G.M. Muell
Calostomataceae	<i>Calostoma cinnabarinum</i> Corda, Anleitung
Cortinariaceae	<i>Cortinarius iodes</i> Berk. y M.A. Curtis
Entolomataceae	<i>Entoloma</i> sp.
	<i>Leptonia</i> sp.
Ganodermataceae	<i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat.
Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe conica</i> (Schaeff.) P. Kumm., Führ. Pilzk. (Zwickau)
Hymenochaetaceae	<i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.) Pat., Essai Tax. Hyménomyc. (Lons-le-Saunier)
Marasmiaceae	<i>Hymenogloea papyracea</i> (Berk. y M.A. Curtis) Singer, Lilloa
	<i>Lentinula boryana</i> (Berk. y Mont.) Pegler, Kavaka
	<i>Marasmius cladophyllus</i> Berk., Hooker's J. Bot
	<i>Marasmius</i> sp.
Mycenaceae	<i>Filoboletus cf. gracilis</i> (Klotzsch ex Berk.) Singer, Lloydia
	<i>Mycena</i> sp.
	<i>Xeromphalina tenuipes</i> (Schwein.) A.H. Sm., Pap. Mich. Acad. Sci.
Polyporaceae	<i>Hexagonia hydnoides</i> (Sw.) M. Hidalgo, Mem. N. Y. bot. Gdn
	<i>Lentinus crinitus</i> (L.) Fr.

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira. 2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

	<i>Polyporus tenuiculus</i> (P. Beauv.) Fr., Syst. mycol. (Lundae)
	<i>Trichaptum sector</i> (Ehrenb.) Kreisel
Russulaceae	<i>Lactarius gerardii</i> Peck, Bull.
	<i>Lactarius indigo</i> (Schwein.) Fr
	<i>Lactarius sp.</i>
	<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.
Stereaceae	<i>Xylobolus sp.</i>
Strophariaceae	<i>Hypholoma subviride</i> (Berk. y M.A. Curtis) Dennis
	<i>Hypholoma sp.</i>
Tricholomataceae	<i>Crinipellis sp.</i>
	<i>Gymnopus macropus</i> Halling
	<i>Oudemansiella canarii</i> (Jungh.) Höhn., Sber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., Abt.
Xylariaceae	<i>Xylaria polymorpha</i> (Pers.) Grev.

En otro estudio, conducido por (Ortiz-Moreno, 2010) en la ciudad de Villavicencio, en el piedemonte llanero y las sabanas inundables, se reportaron los macromicetos encontrados en esta zona rural, contribuyendo al conocimiento de la diversidad fúngica de esa región. Se colectaron 19 géneros de

macromicetos, de los cuales solo un género correspondía a la subdivisión Ascomiceto. La información de las especies colectadas se muestra a continuación:

Tabla 2. Especies de macrohongos colectadas en la ciudad de Villavicencio. (Ortiz-Moreno, 2010)

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Agaricales	Agaricaceae	<i>Leucocoprinus bimbaumii</i>
		<i>Chlorophyllum molybdites</i>
	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i>
	Tricholomataceae	<i>Pleurotus florida</i>
	Strophariaceae	<i>Psilocybe cubensis</i>
	Coprinaceae	<i>Coprinus disseminatus</i>
	Marasmiaceae	<i>Marasmius androsaceus</i>
Polyporales	Lycoperdaceae	<i>Lycoperdon perlatum</i>
	Polyporaceae	<i>Trametes versicolor</i>

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

		<i>Trametes máxima</i>
		<i>Trametes elegans</i>
		<i>Trametes cinnabarina</i>
		<i>Hexagona papyraceae</i>
		<i>Hexagona hydnooides</i>
	Ganodermataceae	<i>Ganoderma sp.</i>
Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia auricula-judae</i>
		<i>Auricularia auricula</i>
		<i>Auricularia mesenterica</i>
Russulales	Stereaceae	<i>Stereum insignitum</i>
		<i>Stereum hirsutum</i>
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Inonotus hispidus</i>
Tricholomatales	Tricholomataceae	<i>Asterophora parasitica</i>
Dacrymycetales	Dacrymycetaceae	<i>Calocera cornea</i>
Cantharellales	Hydnaceae	<i>Hydnum ferrugineum</i>
Pezizales	Pezizaceae	<i>Peziza michelii</i>

Lo anterior demuestra la extensa diversidad fúngica que posee Colombia, teniendo en cuenta únicamente las cifras de los estudios mencionados anteriormente, se registran 53 géneros de macrohongos en zonas muy específicas del territorio nacional, zonas que son diferentes entre sí. Aun así, y aunque han aumentado el número de estudios referentes a diversidad y actividad fúngica presente en los ecosistemas naturales del país, muchos lugares siguen inexplorados, y es por este motivo que se vuelve de especial importancia la investigación micológica y la apropiación del conocimiento en este tema.

En la literatura mundial se relacionan diversos estudios donde se expone la importancia del uso de los macromicetos en diferentes escenarios, y esto impulsa aún más el interés por el estudio del universo micológico tanto en Colombia, como

en el mundo. (Sierra Toro, Arias González, & Sánchez Sáenz, 2011)

Importancia industrial de los Macromicetos

En la industria mundial, los macromicetos (especialmente los Basidiomicetos) generan gran interés debido a la cantidad de aplicaciones que poseen. Pueden ser aplicaciones biotecnológicas como la producción de enzimas y bioremediación, o aplicaciones en la industria médica y alimentaria. Esto es atribuido a los componentes biológicos de cada especie, que principalmente por sus características químicas, les confiere diversos tipos de actividades, que posteriormente son aprovechadas en las industrias mencionadas con anterioridad. Los Basidiomicetos son utilizados, por ejemplo, para lograr la conversión de residuos de la agroindustria en biomasa (el sustrato empleado en la producción de hongos es usado como fertilizante orgánico de

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

alto valor, esto llevó al desarrollo del reciclamiento ecológico), o enzimas, que son empleadas para procesos de blanqueamiento o en la biodegradación de contaminantes xenobióticos. (Linde, Luciani, Lopes, Silveira do Valle, & Colauto, 2017)

Uno de los usos más explorados es la conversión de biomasa, cuyo principal componente es la lignocelulosa, que a su vez es la fuente renovable orgánica más abundante del suelo. Una gran cantidad de productos que están compuestos por celulosa, hemicelulosa y lignina provenientes de la agricultura son desperdiciados, y es aquí donde se encuentra el papel de los macromicetos u hongos filamentosos, que tienen la capacidad de descomponer estos materiales eficientemente, convirtiendo a dichos hongos en un pilar fundamental del ciclo del carbono en el planeta. Los hongos encargados de llevar a cabo esta tarea son conocidos como Hongos de la Podredumbre Blanca (WRF por sus siglas en inglés), capaces de romper la lignina (componente más recalcitrante de las paredes celulares) a CO₂, gracias a su fuerte actividad oxidativa atribuida a un complejo enzimático inespecífico, actividad que es aprovechada en la industria textil y papelera. En un estudio conducido por (Fonseca, Zapata, Villalba, & Fariña, 2015) en el bosque subtropical de Misiones en Argentina, se evaluó el potencial de varias cepas de hongos de la pudrición blanca nativas del lugar de estudio, para producir enzimas lignolíticas capaces de decolorar el licor negro

Kraft. De las cepas evaluadas, *Coriolus versicolor* v. *antarcticus* BAFC 266, *Pycnoporus sanguineus* BAFC 2126 y *Phlebia brevispora* BAFC 633, mostraron un gran potencial para producir fenoloxidasas. *Ganoderma applanatum* cepa E, *P. sanguineus* BAFC 2126 y *P. brevispora* BAFC 633 presentaron una marcada actividad lacasa y peroxidasa. *Trametes elegans* BAFC 2127 y *Trametes villosa*, mostraron una alta actividad manganeso peroxidasa. En general, todas las cepas estudiadas generaron una decoloración variable dependiendo de la concentración utilizada, lo que indica su gran potencial biotecnológico en la degradación de componentes contaminantes gracias a su capacidad de producir enzimas lignolíticas.

En este mismo sentido, aquellos residuos o desechos lignocelulosicos generados en la industria agrícola son utilizados como alimento para rumiantes, sin embargo, su contenido nutricional es bastante bajo, lo que puede ser mejorado con el uso de basidiomicetos al utilizar el sustrato donde estos son cultivados como alimento para ganado. En un estudio realizado por (Gómez Urrego, 2013) en Colombia, se caracterizó el residuo del cultivo comercial de la seta *Agaricus bisporus* (Champiñonaza) como alimento para rumiantes, dándole un valor agregado a los desechos de la industria agrícola. En esta investigación se determinó que en un tratamiento del residuo, donde se retiraba la tierra de cobertura o turba del cultivo de *Agaricus bisporus*,

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

el contenido de cenizas disminuía un 9%, y la proteína cruda aumentaba en 2.7%. Además, este residuo sin turba contiene 12.7% de Proteína Cruda (PC), 29.1% de Fibra en Detergente Neutro (FDN), 26.1% de Fibra en Detergente Ácido (FDA) y 39.6% de cenizas, lo que aporta la mayoría de minerales requeridos por el ganado en su dieta diaria. Esto demuestra que de igual manera los macromicetos pueden ser empleados para dar valor agregado a materiales que son destinados naturalmente para la alimentación animal.

El uso más común y antiguo que se le ha dado a los hongos es como fuente de alimento humano, esto se debe a que como se ha mencionado, son excelente fuente de nutrientes, son bajos en calorías y libres de colesterol. Según las estadísticas de la FAO, para el año 2013 se habían consumido 9.926.966 toneladas de hongos. Dos de los hongos más cultivados a nivel mundial son *Agaricus bisporus* y En la industria médica, los Basidiomicetos son fundamentales, así, especies como *Grifola frondosa* (Dicks.) Gray, *Ganoderma lucidum* (Curtis) P. Karst., *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler., *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) P. Kumm., *Volvariella volvacea* (Bulliard ex Fries) Singer, y *Agaricus subrufescens* Peck., entre otras, se caracterizan por ser ricas en β -D glucanos, proteoglicanos, terpenos, compuestos fenólicos, y esto les confiere propiedades antitumorales, antifúngicas, antivirales, etc. Por esta razón son especies utilizadas para el desarrollo

Pleurotus ostreatus. Probablemente el hongo comestible más famoso es *Agaricus bisporus*, también conocido como Portobello o Champiñón. Su cultivo intenso no solo ha sido benéfico para la producción de alimento para la población mundial, sino también para el estudio de los microorganismos que infectan estos hongos. *Lecanicillium fungicola*, el agente causante de la Burbuja seca, parasita los cuerpos fructíferos de los basidiomicetos. Patógenos bacterianos como *Pseudomonas* causan lesiones necróticas en los cuerpos fructíferos de dichos hongos. Existen micovirus que causan enfermedades en *A. bisporus*, como la enfermedad de la capa café, entre otros. *Pleurotus ostreatus* es el segundo hongo más cultivado del mundo, conocido como el hongo Ostra, cuyo cultivo inició durante la segunda guerra mundial como medida de subsistencia. (Mattos-Shipley, y otros, 2016)

de investigaciones de tipo médico. (Linde, Luciani, Lopes, Silveira do Valle, & Colauto, 2017) En un estudio realizado por (Sánchez, Jiménez-Pérez, & Liedo, 2015) se estudió el efecto de suplementos de hongos seleccionados de *Pleurotus spp.* en la longevidad de la mosca Mexicana de la fruta, *Anastrepha ludens*, además, se determinó la variabilidad de la capacidad antioxidante de 14 cepas de *Pleurotus spp.* El porcentaje de inhibición de radicales de DPPH varió entre 32.6% y 85.7%, y los fenoles totales variaron entre 30.6 y 143.3 mg/g. La cepa con la mayor capacidad

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira. 2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

antioxidante *Pleurotus djamor* ECS-0142, y con la menor capacidad antioxidante *Pleurotus ostreatus* ECS-1123, fueron seleccionadas para estudiar su efecto en la longevidad de la mosca Mexicana de la fruta. Cuando la concentración de hongo que se adicionaba a la dieta de las moscas estaba entre el 5-20%, disminuía la esperanza de vida de las mismas, mientras que cuando la dieta de las moscas era suplementada con 1% del hongo, la esperanza de vida aumentaba considerablemente. Esto demuestra que los hongos pueden ser benéficos para la salud, pero deben ser administrados en dosis razonables para cada organismo.

Entonces, para poder llevar a cabo muchas de las investigaciones que se pueden encontrar en la literatura mundial, es necesario realizar un paso previo al análisis de los componentes químicos y biológicos, y es el cultivo y desinfección de los ejemplares que serán analizados.

Cultivo y Desinfección de Macromicetos

El cultivo *in vitro* de hongos es un procedimiento comúnmente usado con fines de mantenimiento, conservación o investigativos, pues es el paso previo a los análisis que puedan ser llevados a cabo a partir de las estructuras fúngicas recolectadas de diversos ambientes naturales. Cuando se da la recolección del cuerpo fructífero de un macromiceto, es necesario en ciertos casos cultivarlo en el laboratorio para obtener de esta manera su micelio, y a

partir de este estudiar su composición y cuáles podrían ser sus posibles usos en la industria, no sin antes realizar una adecuada desinfección del mismo, para evitar al máximo que el cultivo se vea afectado por contaminantes externos como microorganismos acompañantes encontrados en las estructuras del hongo. En la literatura se describen diferentes metodologías para el cultivo y desinfección de hongos, aun así, en la mayoría de los casos se basan en los mismos principios, que siguen siendo empleados a través del tiempo, utilizando entonces los mismos reactivos para la desinfección y las mismas técnicas para el cultivo. A continuación, se describen algunas de estas metodologías.

En una investigación conducida por (Restrepo, Vélez, Botero, & Pulido, 2005), se eligió una población constituida por cultivos de *Guadua angustifolia* en Caldas, Colombia, esto con el fin de establecer cuáles eran los macromicetos asociados a dicho cultivo. Para lograrlo, realizaron el aislamiento de los hongos mediante la técnica de cultivo de tejidos, la cual consiste en realizar un proceso de desinfección de las muestras de los carpóforos con una solución de Extrán al 2,5% durante 2 minutos e hipoclorito de sodio al 5% por 3 minutos, luego, con la ayuda de un bisturí se hacen cortes vertical en el carpóforo en el mismo sentido de las lamelas, para recuperar la parte interna esponjosa donde se encuentra el micelio del cual se desprenden las esporas. Posteriormente, con ayuda de un

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

estilete esterilizado, se recupera el tejido que se inoculó en un medio enriquecido (agar PDA y agar rosa bengala) en la parte central, para darle al hongo los nutrientes necesarios para su crecimiento. Los medios se llevan a incubación por varios días a 22°C.

En otro estudio, realizado por (Niño, Peña, & Eno, 2017), buscaron fortalecer el conocimiento tradicional e iniciar el cultivo de *Auricularia fuscosuccinea* y *Crepidotus palmarum* a partir del aislamiento y producción de semilla, hongos que son consumidos por los campesinos de las veredas Monte y Pinal del municipio de Pauna, Boyacá. El aislamiento del micelio se realizó en forma vegetativa dentro de la cámara de flujo laminar y bajo condiciones de asepsia. Se tomaron porciones de 3mm de contexto del píelo y lamela en el caso de *C. palmarum*. Dichas porciones se desinfectaron por inmersión consecutiva en etanol 70% por 1 minuto e hipoclorito de sodio 5,25% NaOCL activo. Fragmentos de los hongos desinfectados se sembraron en la superficie del medio de cultivo. Se establecieron como medio de cultivo predilecto para *auricularia fuscosuccinea* el PDAE y para *Crepidotus palmarum* el EME, incubados a 25 y 22°C, respectivamente.

(Arango Suárez, 2010) llevó a cabo estudio donde se compararon varias metodologías para la obtención *in vitro* de micelio de hongos comestibles, shiitake (*Lentinula edodes*) y orellanas

(*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) a partir del aislamiento de cuerpos fructíferos, para la producción de semilla. Después de evaluar diferentes metodologías, estableció que la más adecuada por el aislamiento del micelio es la siguiente: se toma el sombrero del hongo y se corta con un escalpelo estéril y en un ambiente estéril pequeños cuadrados del hongo, de aproximadamente 4mm de lado. Los trozos se disponen en una caja Petri estéril y se desinfectan mediante tres lavados con hipoclorito de sodio al 3% por un minuto con un enjuague entre cada lavado con agua destilada estéril por un minuto, posteriormente, se hace un lavado con alcohol al 70% por un minuto, con un posterior lavado con agua destilada estéril por otro minuto. Una vez culminado el proceso de desinfección, los trozos desinfectados se siembran en superficie en agar PDA, poniendo de cinco a seis trozos de forma radical en las placas. Los medios de cultivo se incuban a 22°C por 5 días o hasta que el micelio cubra la superficie del agar.

Las metodologías mencionadas anteriormente fueron reproducidas *in vitro* en el Laboratorio de Microbiología y Actividad Biológica de la Universidad Tecnológica de Pereira, encontrando que el procedimiento propuesto por (Arango Suárez, 2010) es el más adecuado para el cultivo y desinfección de hongos Basidiomicetos. Esta metodología fue modificada en cuanto a que se hicieron recambio de cajas de Petri entre cada lavado con Hipoclorito 3%, Alcohol 70% y Agua destilada estéril,

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira.
2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

esto con el fin de disminuir al máximo el riesgo de contaminación de los fragmentos del hongo a cultivar.

Algunas imágenes de los resultados de la desinfección del carpóforo siguiendo la metodología de (Arango Suárez, 2010) son presentadas a continuación, en comparación con los resultados de la desinfección siguiendo otras metodologías.



Figura 1. Crecimiento fúngico después de desinfección con Hipoclorito 5% y Alcohol 70%. Foto propia.



Figura 2. Crecimiento fúngico después de desinfección siguiendo el

protocolo propuesto por (Arango Suárez, 2010). Foto propia.

Conclusiones

Es claro que el mundo de la micología se ha desarrollado con más fuerza con el pasar de los años, y aunque existe una cantidad considerable de publicaciones relacionadas a su estudio, es necesario que se lleven a cabo muchas más investigaciones de este tipo. Colombia, es un país que se encuentra en una zona tropical privilegiada en el mundo, tiene variedad de climas y ecosistemas, lo que permite el crecimiento de múltiples formas de vida. Es por esta y por muchas otras razones que la investigación fúngica debería ser un punto de partida en nuestro país, teniendo en cuenta además las aplicaciones tan variadas que pueden tener los macromicetos o sus extractos en diferentes industrias, como por ejemplo, la industria alimentaria, lo que beneficiaría enormemente a Colombia, pues los hongos son una excelente fuente de nutrientes, así, si fuesen implementados proyectos donde se enseñe a los agricultores a producir sus propios cultivos fúngicos, la población Colombiana tendría un nuevo ingreso de dinero y alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arango Suárez, C. (2010). OBTENCIÓN IN VITRO DE MICELIO DE HONGOS COMESTIBLES, SHIITAKE (*Lentinula edodes*) Y

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira. 2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

- ORELLANAS (Pleurotus ostreatus y Pleurotus pulmonarius) A PARTIR DE AISLAMIENTOS DE CUERPOS FRUCTÍFEROS, PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA. Bogotá, Colombia.
- Elsayed A, E., Enshasy, H. E., Wadaan, M. A., & Aziz, R. (2014). Mushrooms: A potential natural source of anti-inflammatory compounds for medical application. *Mediators of Inflammation*.
- Fonseca, M. I., Zapata, P. D., Villalba, L. L., & Fariña, J. I. (2015). CHARACTERIZATION OF THE OXIDATIVE ENZYME POTENTIAL IN WILD WHITE ROT FUNGI FROM THE SUBTROPICAL FOREST OF MISIONES (ARGENTINA). *Acta biol. Colomb.*, 20 (1):47-56.
- Gómez Urrego, J. e. (2013). Caracterización nutricional del residuo del cultivo de la seta *Agaricus bisporus* como alimento potencial para bovinos. *Rev CES Med Zootec*, Vol 8 (1):37-59.
- Khatun, S., Islam, A., Cakilcioglu, U., & Chatterjee, N. C. (2012). Research on mushroom as a potential source of nutraceuticals: a review on Indian perspective. *American Journal of Experimental Agriculture*, Vol. 2, no. 1, pp. 47–73.
- Linde, G. A., Luciani, A., Lopes, A. D., Silveira do Valle, J., & Colauto, N. B. (2017). Long-term cryopreservation of Basidiomycetes. *Brazilian Journal of Microbiology*.
- Mattos-Shiple, M., Ford, K., Alberti, F., Banks, A., Bailey, A., & Foster, G. (2016). The good, the bad and the tasty: The many roles of mushrooms. *Studies in Mycology*, 85: 125-157.
- Money, N. (2016). Are mushrooms medicinal. *Fungal Biology*, Volume 120, Issue 4. Pages 449-453.
- MSKCC. (2015). *Memorial Sloan Kettering Cancer Center*. Obtenido de <https://www.mskcc.org/cancer-care/integrative-medicine/herbs/lentinan>
- Niño, Y. M., Peña, E. R., & Enao, L. G. (2017). Aislamiento y producción de semilla de *Auricularia fuscusuccinea* (Mont.) Henn. y *Crepidotus palmarum* Sing. usados tradicionalmente en Pauna (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, Vol. 11- No. 1-pp. 151-158.
- Ortiz-Moreno, M. (2010). Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio. *Orinoquía*, 14 (2): 125-132.
- Peng, M., Aguilar-Pontes, M. V., Hainaut, M., Henrissat, B.,

1. Luz Stella Ramírez Aristizábal. Docente universidad Tecnológica Pereira. 2. Estudiante de X semestre del programa de Microbiología Universidad Libre Seccional Pereira

- Hildén, K., Mäkelä, M., & P. de Vries, R. (2017). Comparative analysis of basidiomycete transcriptomes reveals a core set of expressed genes encoding plant biomass degrading enzymes. *Fungal Genetics and Biology*.
- Restrepo, G. M., Vélez, P. E., Botero, P. A., & Pulido, C. (2005). Reconocimiento de macromicetos asociados al cultivo de *Guadua angustifolia* en Caldas, Colombia. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, No. 76 pp. 25-31.
- Sánchez, J. E., Jiménez-Pérez, G., & Liedo, P. (2015). Can consumption of antioxidant rich mushrooms extend longevity?: antioxidant activity of *Pleurotus* spp. and its effects on Mexican fruit flies' (*Anastrepha ludens*) longevity. *AGE*, 37: 107.
- Sharma, S. G. (2015). Chemical, Bioactive, and Antioxidant Potential of twenty wild culinary mushroom species. *BioMed Research International*.
- 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). *Rev.Fac.Agr.Medellín*, 64(2):6159-6174.