

Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio

Macrofungi in the Rural Zone of Villavicencio

Martha L. Ortiz-Moreno

Bióloga, Msc. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos

Email: mlortizm@unillanos.edu.co

Recibido: Enero 21 de 2010. Aceptado: Septiembre 19 de 2010

RESUMEN

Los macromicetos degradadores de materia orgánica, como la madera, son un grupo de microorganismos particulares con una alta diversidad de hábitos y formas. Mediante colecciones puntuales se recolectaron 30 especímenes en la zona rural de la ciudad de Villavicencio, que posee un paisaje de Piedemonte. En el muestreo predominaron los basidiomicetos. El orden Polyporales y la familia Polyporaceae fueron los mejor representados y los géneros más frecuentes *Trametes* y *Auricularia*. Se espera que este estudio contribuya al conocimiento de la diversidad micológica en los Llanos Orientales de Colombia.

Palabras claves: Hongos, saprófitos, Llanos, Basidiomicetos.

ABSTRACT

Organic material degrading macrofungi, are a group of particular microorganisms with a high diversity of forms and habits. Thirty specimens were collected through punctual sampling in rural zone of Villavicencio, this city has a foothills landscape. During the sampling predominated the Basidiomycetes. The Polyporal order and the Polyporaceae family were the best represented and the most frequent gender were *Trametes* and *Auricularia*. It is hoped that this study will contribute to the knowledge of mycological diversity in Los Llanos Orientales of Colombia.

Key words: Fungi, saprophytes, Llanos, Basidiomycetes.

INTRODUCCIÓN

Los macromicetos son generalmente representantes de las subdivisiones Ascomycotina y Basidiomycotina, se distribuyen ampliamente en el globo terrestre y viven en cualquier sitio que presente material orgánico, agua y una temperatura apropiada, generalmente cercana a los 25°C, aunque se pueden desarrollar en ambientes aún más cálidos o fríos, de acuerdo a su fisiología. De acuerdo a lo anterior, los hongos pueden vivir en todos los climas y altitudes siendo particularmente diversos en bosques húmedos

(Laganá *et al.*, 2002; Herrera y Ulloa, 2004; González-Espinosa *et al.*, 2005).

Los miembros de la subdivisión Ascomycotina se caracterizan por la formación de esporangios especiales característicos de su estado de reproducción sexual, llamados ascas, en cuyo interior se generan esporas denominadas ascosporas. Las ascas se agrupan en cuerpos fructíferos especiales llamados ascocarpos, delimitados o

cubiertos por una capa o pared de hifas estériles denominada peridio. Los cuerpos fructíferos se presentan rodeados de capas o de paredes plectenquimatosas estériles. El talo está constituido por un micelio bien desarrollado con hifas ramificadas y septadas, cuyas células poseen de uno a varios núcleos; con frecuencia pasan por una fase dicariótica de vida corta. La subdivisión Ascomycotina tiene representantes de los macromicetos en las clases Euascomycetes, Laboulbeniomyces y Loculoascomycetes (Herrera y Ulloa, 2004; Lodge *et al.*, 2004).

La subdivisión Basidiomycotina es representada por hongos que en alguna fase de su ciclo biológico, forman esporas de origen sexual llamadas basidiosporas sobre células especializadas que se denominan basidios. Las basidiosporas se producen en alguna zona externa del basidio, en diverso número dependiendo de la especie. Generalmente, los basidios se encuentran organizados en un himenio que se localiza en determinada región de una fructificación más o menos compleja, y a veces muy conspicua que corresponde al aparato esporífero o basidiocarpo. El micelio está constituido por hifas tabicadas de estructura compleja debido a la presencia de un poro característico de estos hongos, que se denomina doliporo. Las hifas generalmente presentan fíbulas, que son conexiones a manera de puente entre dos células vecinas de la misma hifa y en la base del basidio. La mayoría de macromicetos de la subdivisión Basidiomycotina pertenecen a la clase Holobasidiomycetes y unos pocos de la clase Heterobasidiomycetes (Herrera y Ulloa, 2004; Lodge *et al.*, 2004).

La importancia de los macromicetos radica en su papel dentro del ciclo del carbono, degradando materiales recalcitrantes como la lignina, por tal motivo es frecuente colectarlos asociados a árboles en descomposición. Los macromicetos poseen enzimas lignolíticas de gran importancia biotecnológica, debido a que pueden degradar una gran cantidad de compuestos de estructura aromática, ya que estas enzimas son inespecíficas y son excretadas por el hongo ante la presencia del sustrato recalcitrante como única fuente de carbono (Leonowicz *et al.*, 1999; Lodge *et al.*, 2004).

Las fructificaciones de muchas especies de macrohongos tienen un gran interés económico por su valor nutricional, son especialmente apreciadas por su delicado sabor y son colectadas en bosques y praderas como *Agaricus brunnescens*, *A. campestris*, *Auricularia sp*, *Cookeia sp* y *Schizophyllum commune* (Lee *et al.*, 2009). Algunas especies de Basidiomicetos y Ascomicetos son fuente de sustancias que tienen diversos usos en la industria y en la medicina. Algunas especies, como las del género *Psilocybe*, contienen psilocibina, sustancia de acción psicotrópica capaz de provocar alucinaciones y estados transitorios de esquizofrenia; debido a esto y por el uso que se les ha dado desde tiempos prehispánicos, han despertado gran interés etnomicológico (Herrera y Ulloa, 2004; Moradali *et al.*, 2007).

Los macromicetos también han sido utilizados como biorremediadores e indicadores de bioacumulación de sustancias tóxicas en los ecosistemas, ya que sus micelios captan iones y compuestos presentes en el sustrato de crecimiento para luego acumularlos en los tejidos del cuerpo fructífero, de esta manera la cosecha y el análisis químico de estos tejidos permite monitorear la residualidad de xenobióticos y sustancias radioactivas en la cadena trófica. Hasta el momento no se ha masificado el cultivo de macromicetos para retirar sustancias tóxicas del suelo debido a que tienen una baja tasa de fructificación y crecimiento (Barnett *et al.*, 1999; Borovička *et al.*, 2006).

El análisis de la diversidad de los macrohongos ha sido utilizado para el planeamiento de áreas estratégicas de conservación, ya que poseen una alta diversidad de especies, superior a las plantas con flores y son sensibles a los cambios ambientales como los cambios en la cobertura vegetal (Falkengren-Grerup *et al.*, 1994; Balmford *et al.*, 2000;).

La zona rural de la ciudad de Villavicencio posee relictos de bosque que se ven amenazados por la actividad antrópica (Alcaldía de Villavicencio, 2010) y donde se desarrollan varias especies de macrohongos. El estudio de los macromicetos en

el piedemonte llanero y las sabanas inundables es un área poco explorada y representa un reto dada su importancia como recurso biológico y potencial biotecnológico para la obtención de antibióticos, hormonas, enzimas, alcaloides y pigmentos entre

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevo a cabo en zona rural de la ciudad de Villavicencio la cual se ubica en las coordenadas 4°09'26,31"N 73°38'14,74"O a una altitud 481msnm con una temperatura media de 26°C y 4008mm de precipitación media anual. La zona rural de Villavicencio presenta paisajes de piedemonte y sabana inundable (Alcaldía de Villavicencio, 2010). Como lugares de muestreo se seleccionaron el campus de la Universidad de los Llanos en la vereda Barcelona (4°04'33.78"N 73°34'49.50"O), el humedal Calatrava (4° 8'13.55"N 73°35'58.77"O), el barrio La Rosita (4° 6'50.53"N 73°36'29.48"O) y la finca Barcelona (4°04'01.47"N 73°35'14.75"O) debido a que poseen relictos de bosque y una humedad relativa superior al 70 %, lo cual genera un ambiente idóneo para el desarrollo de los macromicetos. En las localidades se hicieron recorridos a través de las áreas boscosas y en la sabana adyacente para identificar carpóforos.

Los ejemplares fueron colectados siguiendo el protocolo recomendado por Lodge *et al.*, (2004), empleando una navaja para retirar los especímenes completos y se dispusieron en bolsas de papel para ser transportados al laboratorio de microbiología veg-

RESULTADOS

En las colecciones se encontraron representantes de 19 géneros de macromicetos, de los cuales sólo uno correspondía a Ascomicetos. El orden mejor representado fue el Agaricales con 8 ejemplares seguido por el Polyporales con 7 ejemplares y Auriculariales con 3 individuos, los demás ordenes fueron representados por máximo 2 ejemplares. La familia mejor representada fue la Polyporaceae con 6 individuos. El total de individuos colectados fue de 28.

otros (Leonowicz *et al.*, 1999; Moradali *et al.*, 2007). El propósito de este trabajo es reportar los macromicetos encontrados en zona rural de la ciudad de Villavicencio y contribuir de esta forma al conocimiento de la micoflora de la región.

etal de la Universidad de los Llanos. Todos los ejemplares fueron fotografiados *in situ* y en el laboratorio. Las colecciones se realizaron los meses de octubre y noviembre del 2009.

Cada ejemplar fue descrito empleando el formato propuesto por Lodge *et al.*, 2004 y se clasificaron según las claves taxonómicas de Guzmán (1977), Pacioni (1982) y Kibby (1992). Una vez fueron identificados taxonómicamente fueron preservados por secado en horno de convección a 50°C por 24 horas y finalmente fueron ingresados en el herbario de la Universidad de los Llanos.

A los datos colectados en la zona con mayor esfuerzo de muestreo (Campus Universidad de los Llanos), se les aplicaron los índices de diversidad recomendados por Atlas & Bartha (2001).

Riqueza de especies (d)

$d = S - 1 / \log N$ donde S=número de especies y N=número de individuos

Índice de diversidad de Shanon-Weaver (H)

$H = C/N (N \log N - \sum n_i \log n_i)$ donde C=2,3 N=número de individuos n_i =número de individuos de la especie i

Los géneros con mayores registros fueron *Trametes* y *Auricularia* seguido por *Stereum* y *Hexagona* con 4, 3 y 2 individuos respectivamente, los demás géneros fueron representados por un solo individuo.

Del orden Agaricales se registran 7 familias colectadas en el Campus de la Universidad de los Llanos y en el Humedal de Calatrava, asociados a sustratos variados como el estiércol, hojarasca, madera, guadua y pasto.

La familia mejor representada fue la Agaricaceae con 2 ejemplares de los géneros *Leucocoprinus* y *Chlorophyllum* que crecieron en estiércol (Tabla 1).

Del Orden Polyporales se registran 7 individuos pertenecientes en su mayoría a la familia Polyporaceae, que fueron colectados en el Campus

de la Universidad de los Llanos, no se registran ejemplares en las otras localidades (Tabla 2). Los géneros colectados fueron *Trametes*, *Hexagona* y *Ganoderma*, siendo el género *Trametes* el mejor representado. Los géneros de la familia *Polyporaceae* fueron colectados en madera en descomposición o como parásitos de árboles mostrando un hábito exclusivamente xilófago.

Tabla 1. Ejemplares pertenecientes al orden Agaricales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Leucocoprinus bimbaumii</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Agaricaceae
<i>Chlorophyllum molybdites</i>	Asociado a hojarasca	Campus Unillanos	Agaricales	Agaricaceae
<i>Schizophyllum commune</i>	Guadua en descomposición	Campus Unillanos	Agaricales	Schizophyllaceae
<i>Pleurotus florida</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos Humedal Calatrava	Agaricales	Tricholomataceae
<i>Psilocybe cubensis</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Strophariaceae
<i>Coprinus disseminatus</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Coprinaceae
<i>Marasmius androsaceus</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Agaricales	Marasmiaceae
<i>Lycoperdon perlatum</i>	En pastizal	Campus Unillanos	Agaricales	Lycoperdaceae

Del orden Auriculariales se colectaron 3 ejemplares del género *Auricularia* colectados en todas las localidades como parásitos de árboles (Tabla 3).

En el Humedal Calatrava y la finca Barcelona se colectaron dos especímenes del orden Russulales, género *Stereum* asociados a madera en descomposición (Tabla 4).

En la tabla 5, se muestran los ordenes fúngicos que son representados por un solo ejemplar de hábito xilófago.

La localidad con mayor esfuerzo de muestreo fue el Campus de la Universidad de los Llanos y en ella se colectaron 21 de los 28 individuos reportados.

El índice de riqueza de especies (d) para el Campus según Atlas & Bartha (2001) es de 15,2 y el índice de diversidad de Shanon-Weaver (H) es de 27,7.

Tabla 2. Ejemplares pertenecientes al orden Polyporales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Trametes versicolor</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes maxima</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes elegans</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes cinnabarina</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Hexagona papyraceae</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Hexagona hydroides</i>	Parásito de árbol	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Ganoderma sp</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Ganodermataceae

Tabla 3. Ejemplares colectados del orden Auriculariales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Parásito de árbol	Barrio La Rosita Humedal Calatrava	Auriculariales	Auriculariaceae
<i>Auricularia auricula</i>	Parásito de árbol	Campus Unillanos	Auriculariales	Auriculariaceae
<i>Auricularia mesenterica</i>	Parásito de árbol	Barrio La Rosita	Auriculariales	Auriculariaceae

Tabla 4. Ejemplares colectados del orden Russulales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Stereum insignitum</i>	Madera en descomposición	Humedal Calatrava	Russulales	Stereaceae
<i>Stereum hirsutum</i>	Madera en descomposición	Finca Barcelona	Russulales	Stereaceae

Tabla 5. Ordenes fúngicos representados por un solo individuo

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Inonotus hispidus</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae
<i>Asterophora parasitica</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Tricholomatales	Tricholomataceae
<i>Calocera cornea</i>	Parásito árbol	Finca Barcelona	Dacrymycetales	Dacrymycetaceae
<i>Hydnum ferrugineum</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Cantharellales	Hydnaceae
<i>Peziza michelii</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Clase Ascomycetes: Orden Pezizales	Pezizaceae

DISCUSIÓN

En el muestreo se logro observar una predominancia de basidiomicetos de hábito sésil pertenecientes a la familia Polyporaceae, asociados a madera en descomposición. La distribución de los macromicetos encontrada en el presente estudio puede deberse a que la oferta de hojarasca en los lugares de colección fue escasa con respecto a la madera, lo cual induce una selección por aquellos hongos con mayor potencial enzimático degradador de sustancias aromáticas como los basidiomicetos (Leonowicz *et al.*, 1999). La epixilia fue un fenómeno común para la mayoría de los ejemplares colectados, ya que este hábito de crecimiento permite aprovechar una fuente de carbono recalcitrante como la lignina, permitiéndoles desarrollarse virtualmente sin competencia nutricional (Herrera y Ulloa, 2004).

La distribución de los macrohongos en general, es asociada a la cobertura vegetal y su estado fenológico, la textura del suelo y la composición de la hojarasca (Senn-Irllet & Bieri, 1999). Por ejemplo, Anthony (1999) reporta la distribución de macrohongos en la descomposición de la biomasa de *Phragmites australis*, en este trabajo predominaron los ascomicetos mientras que los basidiomicetos sólo fueron representados por el género *Mycena*, sin embargo éste macrohongo era el principal responsable de dicha degradación y los demás tenían efecto sinérgico. En

el presente estudio los Ascomicetos fueron poco representados indicando que en los ambientes muestreados la actividad sinérgica de los Ascomicetos sobre la descomposición de la biomasa vegetal no fue significativa.

Los miembros de los ordenes Agaricales y Polyporales se adaptan particularmente bien a las condiciones cambiantes de temperatura, humedad relativa y pluviosidad empleando estrategias de dispersión asociadas al viento y a la lluvia (Lodge *et al.*, 2004). La fructificación de los macrohongos es fuertemente influenciada por la temperatura y la lluvia, Baptista *et al.* (2010) reportan un marcado comportamiento bimodal influenciado por las estaciones en bosques de *Castanea sativa* de Portugal, mediante análisis de correlación de Spearman identificaron una relación positiva entre la lluvia y la fructificación, mientras que la relación con la temperatura es inversamente proporcional. En el muestreo realizado la mayoría de las colecciones de macrohongos se realizaron en la entrada de la época de lluvias, es decir en el mes de octubre, momento en el cuál se evidencio un mayor número de carpoforos en campo.

González-Espinosa *et al.*, (2005) analizaron la diversidad de varios grupos biológicos de Chiapas, entre ellos los macromicetos, al comparar los registros se

encontraron múltiples géneros y especies comunes aproximadamente el 80 % de similitud con el presente estudio (sólo se encontraron 5 especies diferentes y 4 géneros no compartidos). Estas similitudes corresponden a que ambas localidades poseen características ambientales propias del Trópico húmedo.

Los géneros *Ganoderma*, *Psilocybe* y *Schizophyllum commune* se pueden adaptar a agroecosistemas, Treu (1998) los registró desarrollándose en plantaciones de palma africana del sudeste de Asia.

En el presente muestreo se encontraron especímenes pertenecientes a los géneros *Coprinus*, *Hydnum*, *Lycoperdon* y *Marasmius*, los cuáles también fueron reportados por Laganá *et al.* (2002). Estos investigadores realizaron un seguimiento por 10 años de la comunidad de hongos asociada a los bosques de *Abies alba* en Italia y encontraron que los géneros fúngicos anteriormente mencionados tienen una baja frecuencia y son colonizadores tempranos dentro del proceso de sucesión, esto indica que se adaptan mejor a ambientes moderadamente disturbados. Indicando que las localidades muestreadas en el presente estudio tienen niveles de disturbio moderados, lo cual es congruente con los índices de riqueza y diversidad de especies de Atlas y Bartha (2001). Es importante que en las localidades estudiadas se minimicen los procesos de deforestación para conservar la diversidad de la microbiota. La microbiota registrada en el presente estudio también podría ser monitoreada y utilizada para formulación de un área de reserva boscosa en el Campus de la Universidad de los Llanos o el Humedal de Calatrava que fueron las localidades con

CONCLUSIÓN

En la zona de muestreo predominan los macromicetos de los ordenes Agaricales y Polyporales siendo los hongos basidiomicetos epixilios de hábito sésil pertenecientes a la familia *Polyporaceae* los mejor representados. Los géneros más abundantes fueron *Trametes* y *Auricularia*. Los registros muestran que la microbiota presente en las localidades es propia de ambientes moderadamente disturbados del Trópico húmedo, lo cual indica que se debe limitar la deforestación

mayores datos (Falkengren-Grerup *et al.*, 1994; Balmford *et al.*, 2000).

Los géneros *Trametes* y *Auricularia* fueron los más abundantes en este muestreo, son géneros cosmopolitas saprófitos o parásitos de árboles, con abundantes registros en las zonas tropicales (González-Espinosa *et al.*, 2005).

Las especies del género *Trametes* han sido evaluadas por su actividad enzimática frente a compuestos aromáticos xenobióticos (Leonowicz *et al.*, 1999). Lee *et al.* (2009) reportan que las comunidades de Malasia Peninsular usan con propósitos alimenticios y medicinales especies de los géneros *Auricularia*, *Cookeia* y a *Schizophyllum commune*. Yildiz *et al.* (2005) analizaron el contenido de elementos orgánicos y la proteína contenida en diferentes macrohongos del sureste de Anatolia (Turquía), encontrando que el género *Peziza* que fue registrado en el presente trabajo es edible y contiene un 41 % de proteína. Mientras que el género *Coprinus* es venenoso y tiene un 20,9-33,1 % de proteína. Estos datos indican que algunos de los géneros encontrados pueden tener posibles aplicaciones desde el punto de vista nutricional.

Ganoderma lucidum y *Trametes versicolor* fueron evaluados por Moradali *et al.*, (2007) encontrando que poseen actividad inmunomodulante y agentes anticancerígenos. *G. lucidum* posee polisacáridos y proteoglicanos mientras que *T. versicolor* tiene glicopeptidos que son de interés farmacéutico. Esto indica que los géneros y especies registradas en el muestreo tienen posibles aplicaciones industriales y que la microbiota colectada puede ser promisoría para el desarrollo de los Llanos Orientales.

de las localidades estudiadas para mantener la diversidad de la microbiota en ecosistemas estratégicos del Piedemonte Llanero y la sabana inundable.

Es necesario aumentar los estudios en hongos macromicetos propios de los Llanos Orientales para tener una visión de la diversidad y potencial uso de este grupo microbiano, sobre todo en ambientes boscosos que están siendo impactados por el hombre.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Villavicencio, 2010, Aproximación a la problemática de la situación urbana y rural de la ciudad de Villavicencio, Disponible on line en: http://www.alcaldiadevillavicencio.gov.co/ws/Documentos/DIAGNOSTICO-POT04-04-2010_12-46-22.pdf
- Anthony P. The macrofungi and decay of roofs thatched with water reed, *Phragmites australis*, Mycological Research 1999; 103(10): 1346-1352.
- Atlas R, Bartha R. 2001, Ecología microbiana y microbiología ambiental, Addison Wesley, Madrid, pp 104-111.
- Balmford A, Lyon A, Long R. Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi, Biological Conservation. 2000; 93(2):209-217.
- Baptista P, Martins A, Tavares R, Lino-Neto T. Diversity and fruiting pattern of macrofungi associated with chesnut (*Castanea sativa*) in the Trás-os-Montes region (North-east Portugal), Fungal Ecology 2010; 3(1): 9-19.
- Barnett C, Beresford N, Self P, Howard B, Frankland J, Fulker M, Dood B, Marriott, J. Radiocaesium activity concentrations in the fruit-bodies of macrofungi in Great Britain and an assessment of dietary intake habits, The Science of the Total Environment 1999; 231(1):67-83.
- Borovièka J, Øanda Z, Jelínke E. Antimony content of macrofungi from clean and polluted areas, Chemosphere. 2006; 64(11):1837-1844.
- Falkengren-Grerup U, Rühling Å, Tyler G. Effects of phosphorus application on vascular plants and macrofungi in an acid beech forest soil, The Science of the Total Environment 1994; 151(2): 125-130.
- González-Espinosa M, Ramírez-Marcial N, Ruíz-Montoya L. 2005, Diversidad Biológica en Chiapas, Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, Chiapas, pp 71-89.
- Guzman G. 1977, Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera, Editorial Limusa, México D.F., pp 17-236.
- Herrera T, Ulloa M. 2004, El reino de los hongos, Editorial Progreso S.A., México D.F., pp 25-28.
- Kibby G. 1992, An illustrated guide to mushrooms and other fungi of Britain and Northern Europe, Drangon's World Ltd., Limpsfield, pp 4-72.
- Laganá, A, Angiolini C, Loppi S, Salerni E, Perini C, Barluzzi C, De Dominicis V. Forest ecology and management. 2002; 169 (3): 187-202.
- Lee S, Chang Y, Noraswati M Utilization of macrofungi by some indigenous communities for food and medicine in Peninsular Malaysia, Forest Ecology and Management. 2009, 257(10):2062-2065.
- Leonowicz A, Matuszewska A, Luterek J, Ziegenhagen D, Wojtaœ-Wasilewska M, Cho N, Hofrichter M, Rogalski J. Biodegradation of lignin by White rot fungi, Fungal Genetics and Biology 1999; 27:175-185.
- Lodge DJ, Ammirat JF, O'Dell TE, Mueller GM, Huhndorf SM, Wang C, Stokland J, Schmit JP, Ryvarde L, Leacock P, Mata M, Umaña L, Wu Q, Czederpiltz DL. 2004, Terrestrial and lignicolous macrofungi, In: Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods, Eds. Mueller, G., Bills, G., Foster, M., Elsevier Inc., San Diego, pp 127-172.
- Moradali M, Mostafavi H, Ghods S, Hedjaroube G. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi), International Immunopharmacology. 2007; 7(6):701-724.
- Pacioni G. 1982, Guía de hongos, Ediciones Grijalbo S.A., Barcelona, pp. 35-420.
- Senn-Irlet B, Bieri G. Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland, Forest Ecology and Management. 1999; 124 (2-3): 169-175.
- Treu R. Macrofungi in oil palm plantations of South East Asia, Mycologist. 1998; 12(1):12-14.
- Yildiz A, Ye°il O, Yavuz O, Karakaplan M. Organic elements and protein in some macrofungi of south east Anatolia in Turkey, Food Chemistry 2005; 89(4): 605-609.