



UNIVERSIDAD INTERSERRANA DEL ESTADO
DE PUEBLA-CHILCHOTLA

ORGANISMO PÚBLICO DESCENTRALIZADO DEL GOBIERNO DEL ESTADO

Ingeniería Agroindustrial

Tesis

ESPECIES DE *AMANITA* (FUNGI, AMANITACEAE) TÓXICAS
PRESENTES EN DOS ENCINARES TROPICALES DE VERACRUZ

Presenta:

MARÍA MÓNICA CASAS SANDOVAL

Como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agroindustrial

Asesor

Ing. Anahí Atanacio López

Directores de tesis

Dra. Leticia Montoya Bello

Dr. Enrique Cesar Crivelli



El presente trabajo de investigación "ESPECIES DE AMANITA (FUNGI, AMANITACEAE) TÓXICAS PRESENTES EN DOS ENCINARES TROPICALES DE VERACRUZ", fué realizado de acuerdo de acuerdo al Plan de Estudios de la Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Chilchotla, por la C. **MARÍA MÓNICA CASAS SANDOVAL** bajo la Dirección y Codirección de la Dra. **LETICIA MONTOYA BELLO** y el Dr. **ENRIQUE CESAR CRIVELLI** respectivamente, siendo revisada y aprobada por el por el H. jurado examinador abajo indicado y aceptado como requisito parcial para obtener el título de: **LICENCIADO EN INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**.

CONSEJO DE TITULACIÓN

PRRESIDENTE



ING. ANAHI ATANACIO LOPEZ

DIRECTORA



DRA. LETICIA MONTOYA BELLO

CODIRECTOR



DR. ENRIQUE CESAR CRIVELLI

SECRETARIA



DRA. MARIA LILIANA HERNÁNDEZ PÉREZ

VOCAL



DRA. ELENA ESCOBAR GARDUÑO

Rafael J. García Chilchotla, Puebla; Noviembre de 2020.

Agradecimientos

Al Instituto de Ecología A.C. (INECOL) por darme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales. Especialmente al Laboratorio de Biodiversidad y Sistemática de Hongos equipo que encabezan la Dra. Leticia Montoya Bello y el Dr. Víctor M. Bandala, a los que agradezco por aceptarme en este laboratorio durante la realización de mis prácticas profesionales y posteriormente apoyarme en el desarrollo y conclusión de este trabajo de tesis. La Dra. Montoya junto con el Dr. Enrique Cesar Crivelli quienes fungieron como mi directora y codirector, respectivamente para la realización y conclusión de esta tesis, ya que sin su ayuda no se habría logrado finalizar este trabajo de investigación.

Al Técnico de laboratorio Biol. David Ramos Rendón por su asesoría en las técnicas de laboratorio y campo, también por su disponibilidad para siempre atender cualquier duda e inquietud que se me presentaba respecto al estudio de los hongos.

Biol. Juan Carlos Corona Domínguez, por su apoyo en campo y laboratorio, durante el estudio de muestras.

Esta tesis fué apoyada por el proyecto "Macrohongos (Basidiomycota) ectomicorrizógenos asociados a especies de *Quercus* en áreas tropicales de la planicie costera de Veracruz" CONACYT CB-252931, dirigido por la doctora Leticia Montoya.

A la **Universidad Interserrana del Estado de Puebla-Chilchotla**, por acompañarme e impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

Al Jurado Examinador, por la revisión, corrección y visto bueno del presente trabajo.

A mis adorables padres Constantina Sandoval Peña y Fulgencio Casas Melchor, sin su apoyo incondicional, su amor y comprensión este gran paso no sería posible.

A mi amado esposo Moisés S. Caballero Arguello por su apoyo y comprensión.

A Gonzalo Melchor Trujillo y Balbina Casas Sandoval por todo su apoyo.

A todos y cada uno de mis docentes, que me guiaron por el camino correcto y se esmeraron en cada clase para que obtuviera todos los conocimientos necesarios.

A mis amigos de laboratorio Erick y Anahí por brindarme un poco de sus conocimientos sobre todo lo relacionado a los macrohongos

A todos muchas gracias, espero algún día poder regresarles el apoyo brindado.

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico Dios porque sin el nada de esto habría sido posible.

A mis padres a los cuales amo infinitamente por todo su esfuerzo y sacrificio brindado.

A mi amigo, esposo y compañero Moisés S. Caballero Arguello.

A la ing. Anahí Atanacio López por apoyarme y asesorarme en la realización de este trabajo, también por ser una gran amiga y siempre poder escuchar mis inquietudes.

Por último y no menos importante a mi princesa Sofia Caballero Casas por ser mi motor e impulsarme a salir adelante, gracias a ella he logrado una meta más

Índice general

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	8
I INTRODUCCIÓN	9
II JUSTIFICACIÓN	11
III OBJETIVOS.....	12
3.1 Objetivo general.....	12
3.2 Objetivos específicos	12
IV HIPÓTESIS.....	12
V REVISION BIBLIOGRÁFICA	13
5.1 Marco teórico conceptual.....	13
5.1.1 generalidades de los hongos.....	13
5.1.2 Hongos ectomicorrizógenos	14
5.1.3 Diversidad.....	15
5.1.4 Diversidad en México.....	16
5.1.5 Genero <i>Amanita</i>	18
5.2 Marco referencial.....	19
VI MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
6.1 Descripción del área de estudio	21
6.2 Trabajo de campo.....	22
6.3 Trabajo de laboratorio	23
VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
8.1 Resultados	24
8.1.1 <i>Amanita</i> aff. <i>virosa</i> Bertill.....	24
8.1.2 <i>Amanita</i> aff. <i>verna</i> (Bull.) Lam.....	26
8.1.3 <i>Amanita</i> aff. <i>tenuifolia</i> Murrill.	28
8.2 Discusión.....	30
VIII CONCLUSIÓN	31
IX REFERENCIAS	33

RESUMEN

En México se encuentra un gran porcentaje de las especies de flora y fauna que existen en todo el mundo. Por esta razón, también existe una gran diversidad de especies fúngicas. En el territorio mexicano existen bosques templados de gimnospermas y angiospermas, los cuales favorecen el desarrollo de alrededor de 200 000 especies de hongos. Este trabajo es una investigación sobre la diversidad del género *Amanita*, basado en el reconocimiento de las especies con base en caracteres morfo-anatómicos, sobre poblaciones del género encontradas en áreas tropicales en los municipios de Zentla y Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Veracruz. La presente investigación se inserta dentro de un proyecto sobre los macrohongos (Basidiomycota) ectomicorrizógenos asociados a encinares tropicales en el estado de Veracruz, el cual se inició desde el 2014 y que lleva como nombre "Macrohongos (Basidiomycota) Ectomicorrizógenos asociados a especies de *Quercus* en áreas tropicales de la planicie costera de Veracruz", CONACYT CB-252431, desarrollado en el Instituto de Ecología, A.C.

ABSTRACT

An important proportion of the world's biodiversity is distributed in Mexico. For this reason, an important mycobiota is also present. In the Mexican territory, the presence of angio- and gymnosperm forests enables the distribution of circa 200,000 macrofungal species. This research is a preliminar contribution to the knowledge of the diversity of genus *Amanita*, based on morpho- anatomic features, on populations of this genus found in tropical areas in Zentla and Alto Lucero de Gutiérrez Barrios municipalities, in Veracruz. This work is inserted as a part of a project on ectomycorrhizal macrofungi (Basidiomycota) associated to tropical oak forests in the state of Veracruz, which began in 2014 and is named: "Ectomycorrhizal macrofungi (Basidiomycota) associated to species of *Quercus* in tropical areas of the coastal plain of Veracruz", CONACYT CB-252431, developed at Instituto de Ecología, A.C.

I INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor número de climas y ecosistemas, por lo que alberga una gran diversidad biológica. No obstante, debido a las presiones antropogénicas, esta última ha ido disminuyendo alarmantemente en las últimas décadas. Debido a esta problemática, la Comisión Nacional de Biología (CONABIO) puso en marcha el programa denominado "Regiones prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad" (<http://www.conabio.gob.mx>) el cual tiene como objetivo determinar unidades ambientales que destaquen por tener riqueza ecosistémica y específica, además de estables y tener posibilidad real de conservación. En total se han catalogado 152 regiones terrestres prioritarias, las cuales abarcan más de una cuarta parte del territorio nacional. La RTP 104, denominada: "Encinares Tropicales de la Planicie Costera Veracruzana, se definió considerando la distribución de bosques de encino en un gradiente altitudinal de los 400 a los 800 msnm.

El encinar tropical se encuentra en áreas con drenaje deficiente, aledañas a las inundables, entre los 50 y 200 msnm. Son árboles entre los 15 y 20 m de altura, que forman un solo estrato. La especie característica de este tipo de vegetación es *Quercus oleoides*. Se encuentra en casi todos los bosques templados del hemisferio Norte, así como en algunas regiones tropicales y subtropicales del mismo (Gómez-Pompa, 1978). Actualmente los encinares tropicales existen en forma de relictos del pleistoceno y albergan especies vegetales y animales. Además, se refugian en ellos especies de hongos micro y macroscópicos, con diferentes funciones tróficas (saprobias, parásitas y mutualistas) fundamentales para el mantenimiento y conservación del ecosistema

Dentro de los hongos antes mencionados, las especies ectomicorizógenas viven en asociación simbiótica con algunas especies de árboles como los encinos (*Quercus* spp.), los cuales son los elementos dominantes que dan estructura a estos bosques. En esta asociación mutualista, el árbol obtiene minerales, agua y

defensas contra ataques bióticos y el hongo obtiene carbohidratos como fuente de energía. De acuerdo con el proyecto "Macrohongos (Basidiomycota) Ectomicorrizógenos asociados a especies de *Quercus* en áreas tropicales de la planicie costera de Veracruz", el género *Amanita* Pers. es uno de los grupos que se distribuyen en encinares tropicales. Sin embargo, se reconoce la necesidad de realizar más estudios que permitan conocer su distribución en este ecosistema, ya que este género se ha llegado a reconocer como un taxón indicador del estado de conservación de los bosques (Moreno, 2003). Es también importante mencionar la escasez de estudios pese a la importancia de este género ya que incluye tanto especies comestibles como tóxicas (Pardavé, 2001).

La posición taxonómica de *Amanita* es controvertida; debido a la similitud entre las características taxonómicas que distinguen a las familias Amanitaceae y Pluteaceae, tales como la estructura de la trama himenoforal, láminas libres y apretadas e hifas del contexto inamiloides. Bas (1969) y Moncalvo *et al.* (2000) ubicaron al género *Amanita* dentro de la familia Pluteaceae. Actualmente con la ayuda de estudios moleculares filogenéticos, *Amanita* se ubica en la familia Amanitaceae junto a *Catatrama* Franco-Mol. y *Limacella* Earle (Yang *et al.* 2018).

Es de comentar que en el género *Amanita* (Vaill. ex Fr.) Link. se encuentran las tres especies de macrohongos que más envenenamientos letales causan debido a las amatoxinas que contienen: *A. phalloides*, *A. virosa* y *A. verna*.

En este estudio se aborda la identificación basada en caracteres morfo anatómicos de las especies tóxicas del género *Amanita* presentes en los sitios de muestreo mencionados.

II JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, nacional y estatal-regional hay desconocimiento sobre la microbiota que habita y equilibra el ambiente, lo cual es preocupante, ya que, la deforestación es un problema grave que amenaza año con año a las especies fúngicas que se distribuyen en los diferentes tipos de bosques que existen en nuestro país.

De los diferentes bosques (boreales, templados y tropicales) presentes en el país, es en los tropicales en donde menos estudios se han realizado sobre la microbiota. Un ejemplo de estos ecosistemas son los encinares tropicales, en donde predominan árboles del género *Quercus* (*Q. oleoides* y *Q. sapotifolia* principalmente) conocidos como encinos, los cuales albergan especies de macrohongos pertenecientes a los diferentes grupos funcionales (saprobios, parásitos y mutualistas), destacando ampliamente los denominados mutualistas, los cuales forman asociaciones con las raíces de los árboles.

Los macrohongos que forman esta asociación son reconocidos como hongos ectomicorrizógenos (HECM). Los HECM le aportan al árbol agua, nutrientes y lo protegen de agentes bióticos como bacterias, hongos o insectos, mientras que el hongo obtiene azúcares elaborados que no puede producir. Esta relación natural es indispensable para el desarrollo de las plantas, y tal es su importancia, que actualmente existe una línea de investigación sobre hongos ectomicorrizógenos con potencial para ser utilizados en proyectos de reforestación y recuperación de suelos erosionados.

Debido a la alta tasa de deforestación existente en México, la cual oscila entre 75,000 y casi 2 millones de hectáreas por año (Velázquez *et al.*, 2002), y a la pérdida de biodiversidad que esto conlleva, se realiza la importancia de realizar estudios sobre las especies de HECM existente en nuestro país.

Las especies del género *Amanita* que presentan coloraciones predominantemente blancas en sus carpóforos, son coincidentes en presentar una elevada toxicidad al ser humano cuando son consumidas. Los conceptos taxonómicos de las mismas en nuestro país muestran un vacío de información, por lo que este estudio pretende arrojar determinaciones morfo-anatómicas con los conceptos actuales de las especies tóxicas del género *Amanita*.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Hacer un reconocimiento preliminar de la composición taxonómica de las especies tóxicas de color predominantemente blanco del género *Amanita*, con base en caracteres morfo-anatómicos, en dos encinares tropicales del centro del estado de Veracruz.

3.2 Objetivos específicos

- Delimitar a nivel infra genérico las especies encontradas en los sitios de estudio.
- Avanzar en el reconocimiento taxonómico de las morfo especies detectadas.
- Establecer bases para el reconocimiento de la diversidad, fenología e interacciones ectomicorrizógenas del género *Amanita* en el encinar tropical.

IV HIPÓTESIS

Con base en estudios previos, se reconoce que el subgénero *Amanita* se distribuye con mayor frecuencia en ecosistemas templados, a diferencia del subgénero *Lepidella* que se distribuye mejor en ecosistemas tropicales. Por esta razón se espera que, en estos sitios de estudio al ser tropicales, se encuentren y registren ejemplares del subgénero *Lepidella*.

V REVISION BIBLIOGRÁFICA

5.1 Marco teórico conceptual

5.1.1 generalidades de los hongos

Whitaker en (1969) clasificó a los organismos en 5 reinos: monera, protista, plantae animalia y fungi, años después, Woese *et al.*, (1990) propusieron una clasificación formando solo tres grupos: *Bacteria*, *Archaea* y *Eucarya*. Este último está compuesto por los eucariotas, particularmente con pared celular, que puede contener quitina. La mayoría de los seres pluricelulares no presenta mucha diferenciación celular. Estos organismos son heterotróficos, lo que los convierte en consumidores, puesto que obtienen su alimento por absorción. Los miembros más característicos de este reino son los hongos (levaduras y mohos) y están integrados por filamentos conocidos como hifas, generalmente de color blanco. Que en conjunto se conocen como micelio, el cual constituye la parte vegetativa del hongo. Las hifas son ramificadas y en la mayoría de los casos están constituidas por paredes celulares que contienen quitina y/o celulosa. Las hifas pueden formar un órgano reproductor, esporangio o gametangio. Por lo general se reproducen de manera asexual y sexual (por esporas) (Alexopoulos y Mims, 1985; Herrera y Ulloa, 1998).

Los hongos constituyen un grupo muy numeroso de organismos y se estima que podrían existir entre 1 y 1,5 millones de especies (Hawksworth, 1991, 2001) presentando una amplia distribución en la naturaleza y contribuyendo a la descomposición de la materia orgánica participando en los ciclos biogeoquímicos (Trape y Luoma, 1992; Martínez, 2008; Montoya *et al.*, 2010 Vandenkoornhuyse *et al.*, 2002). Un número relativamente reducido de especies hongos son parásitos y pueden vivir en diferentes huéspedes, provocándoles daños que pueden ser menores a muy graves, incluso pueden llegar a matar al hospedero (Ágreda *et al.*, 2010).

El hábitat de los hongos es muy diverso y se presenta en la mayoría de las comunidades vegetales del mundo. Desde la zona fría ártica, hasta los bosques

templados y tropicales, así como en las condiciones semiáridas y áridas. Han evolucionado con una estrategia para optimizar los procesos de transporte de nutrientes del suelo hacia la planta (Trappe, 1977; Blackwell, 2011).

Se reproducen de manera sexual y asexual. En la reproducción asexual, no hay intercambio genético, mientras que en la reproducción sexual sí se da este proceso, mediante la fusión de núcleos (Alexopoulos y Mims, 1985; Guillen *et al.*, 2004).

La reproducción asexual es más importante para la propagación de la especie, debido a que permite la producción de numerosos individuos, y, sobre todo, porque el ciclo asexual se repite varias veces al año, mientras que la fase sexual de muchos hongos se produce solo una vez al año o una vez cada cinco o diez años (Alexopoulos y Mims, 1985; Lodge *et al.*, 2004).

Se sabe que los hongos son particularmente activos en la parte más superficial del suelo, 10 cm, y a medida que aumenta la profundidad ésta disminuye. Para que la reproducción y el desarrollo de un hongo se lleve a cabo de manera adecuada y regular, son necesarias condiciones abióticas óptimas como temperatura (25 a 35°C), humedad relativa alta (70%) y pH ácido (5.5 a 6.5) (Pazos, 2007).

Los hongos presentes en la naturaleza interactúan con otros organismos como son: plantas, animales y otros hongos, y esta interacción es muy importante en el funcionamiento del ecosistema. Los hongos forman parte de la cadena alimenticia de insectos, animales y del hombre, ya que tanto el micelio, las esporas y el cuerpo fructífero sirven como alimento. Incluso se ha mencionado que sin los hongos estos grupos biológicos no tendrían alimento necesario para sobrevivir (Piepenbring *et al.*, 2016). Otras de las funciones ecológicas de los hongos es su capacidad de degradar la lignina y la celulosa en la naturaleza, y solo ellos y algunas bacterias tienen esta cualidad de gran importancia ecológica. (Chaparro *et al.*, 2009).

5.1.2 Hongos ectomicorrizógenos

Los hongos ectomicorrizógenos crecen en el suelo donde absorben agua,

minerales y compuestos con nitrógeno y fósforo. Solo usan una parte del agua y de las sustancias nutritivas para su propio desarrollo, la otra parte la facilitan a los árboles con los que establecen una relación mutualista. Este proceso de intercambio se da entre los hongos ECM y las raíces secundarias de los árboles, formando la llamada micorriza (Smith y Read, 2008). Sin la presencia de estos hongos el desarrollo de las plantas sería más lento, más susceptibles a sequías, enfermedades y a metales tóxicos, en consecuencia, estos organismos favorecen el mantenimiento de los bosques y la diversidad de flora y fauna.

La asociación micorrícica se ha registrado en el 90% de las plantas terrestres y ha sido clasificada de acuerdo al grado de penetración de los hongos dentro de las raíces en dos tipos: ectomicorriza y endomicorriza, esta a su vez se divide en ectendomicorriza, arbutoide, monotropoide, ericoide, orquidoide y arbuscular (Harley y Smith, 1983; Guadarrama *et al.*, 2004), de ellas, un tipo particular de endomicorriza, las micorizas arbusculares, son la más abundante en los ecosistemas tropicales (Smith y Read, 1997).

5.1.3 Diversidad

Se menciona que hay 97,861 especies descritas de hongos en el mundo (Kirk *et al.*, 2008), tomando en cuenta estos datos y comparándolos con los registrados en la primera edición del diccionario de los hongos (Bisby y Ainsworth 1943), se estima que el conocimiento de especies de hongos se ha triplicado en los últimos 65 años (Blackwell, 2011), describiéndose en este periodo más de 60,000 especies.

En cuanto a la estimación de la diversidad de hongos en el planeta, los estudios que se han realizado desde 1991 a la fecha se basan en parámetros que revelan cifras muy variables, que van desde 500,000 hasta 9.9 millones de especies. La hipótesis más utilizada para calcular cuántos hongos hay en la Tierra sostiene la existencia de 1.5 millones de especies (Hawksworth, 1991, 2001); sin embargo, esta hipótesis ha sido cuestionada por micólogos contemporáneos, quienes han sugerido la utilización de otros parámetros como la distribución geográfica,

endemismos, especificidad de hospederos, diversidad de micro- y macrohongos sobre material vegetal en diversos hábitats, así como su asociación con otros organismos (Schmit y Müller, 2007). El resultado de estas evaluaciones indican que existen por lo menos 700,000 especies de hongos en el mundo, de los cuales más del 80% son hongos microscópicos, lo que equivale al conocimiento entre el 4% (Hawksworth, 1991, 2001) o 10.5% (Schmit y Müller, 2007) del total de hongos del planeta. Para el caso sólo de macrohongos a nivel mundial, se han descrito 21,679 especies, y se estima que debe haber entre 53,000 y 110,000 especies (Müller *et al.*, 2007).

Análisis de ADN ambiental y de una comunidad fúngica de suelos en Carolina del Norte, EUA, reveló un alto grado de acumulación de nuevas especies en el sitio; estos datos soportan una estimación global de 3.5 a 5.1 millones de especies de hongos (O'Brien *et al.*, 2005). Se calcula que se necesitarían 1 170 años para describir 1.4 millones de hongos (Hibbett *et al.*, 2011 basándose) en Hawksworth (1991) y de 2,840 a 4,170 años para describir 3.4 a 5 millones de hongos siguiendo el criterio de O'Brien *et al.*, (2005).

5.1.4 Diversidad en México

México se considera un país megadiverso en cuanto a grupos de organismos, ocupando el quinto lugar en el mundo por su gran número de especies y endemismos, y cuenta con el 10% de la diversidad terrestre del planeta.

En lo que se refiere al conocimiento de la diversidad de hongos de acuerdo con un análisis del desarrollo de los estudios micológicos en México, se menciona que desde el siglo XVI a mediados del siglo XX se habían publicado 665 trabajos relacionados con los hongos; el 70% de ellos fueron realizados por autores extranjeros y citaron aproximadamente 1,000 especies (Guzmán, 1998).

Se han realizado diversos análisis para poder tener una aproximación acerca del conocimiento y la cantidad de especies de hongos en el país y se estimó que se

conocen 4,500 especies de macrohongos y 2,000 de microhongos, esto basado en revisiones bibliográficas y especímenes de colecciones (Guzmán, 1998); estos datos representan el 6.6% de lo que se conoce en el mundo, tomando en cuenta lo señalado por Kirk *et al.*, (2008). Considerando las propuestas de estimación de Hawksworth (1991), se calcula que en México habría más de 200,000 especies de hongos (Guzmán, 1998), por lo que sólo se conoce el 3.2% de las que crecen en el país. Si tomamos en cuenta que los macrohongos representan casi 10% de los hongos a nivel global (Hawksworth 1991, 2001) y que la relación macrohongos-plantas es diferente entre regiones templadas (1:2) y tropicales (1:5) (Müller *et al.*, 2007), se estima que para México el número de macrohongos estaría entre 9,000 y 11,000 especies.

Con respecto a la distribución que tienen las especies de hongos por entidades federativas aún no se conoce totalmente; sin embargo, del 47% de ellas se tienen datos publicados recientemente, como es el caso de Veracruz, estado con mayor número de especies, habiéndose registrado 1,517 (Guzmán *et al.*, 2003), siguiéndole Jalisco con 1,040 (Sánchez-Jácome y Guzmán-Dávalos, 2011), Estado de México con 726 (Frutis-Molina y Valenzuela, 2009), Sonora con 658 (Esqueda *et al.*, 2010), Michoacán con 652 (Gómez-Peralta y Gómez-Reyes, 2005), Querétaro con 633 (Valenzuela *et al.*, en prensa [a]), Durango con 614, Chihuahua con 580 (ambos de Valenzuela *et al.*, en prensa [b]), Tamaulipas con 563 (García-Jiménez y Guevara-Guerrero, 2005), Morelos con 480 (Contreras-MacBeath *et al.*, 2006), Quintana Roo con 447 (Yuridia-López *et al.*, 2011), Aguascalientes con 372 (Pardavé Díaz *et al.*, 2007), Puebla con 181 (Vázquez-Mendoza y Valenzuela, 2010), Campeche con 154 (Ancona-Méndez *et al.*, 2010) y Yucatán con 153 (Yuridia-López *et al.*, 2011). De las entidades restantes (17), no se tienen datos que mencionen el total de las especies conocidas para cada una de ellas, aunque sí hay publicaciones que citan especies de lugares o regiones de estos estados.

La diversidad fúngica mexicana es mayor en los bosques tropicales y subtropicales que en los bosques de encinos y coníferas de zonas templadas (Guzmán, 1998), y menor en las zonas áridas. Se ha recomendado que, para hacer un inventario de hongos completo en un bosque tropical, se deben de tomar en cuenta más de 30 tipos de hábitats y microhábitats, así como la participación de especialistas en diferentes grupos taxonómicos de hongos (Hyde y Hawksworth, 1997).

Con los datos analizados anteriormente, podemos decir que el conocimiento de la diversidad de hongos en México es aún incipiente y las cifras que han mencionado diversos autores no reflejan con exactitud el número real de especies que se conocen. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios taxonómicos de los diferentes grupos de hongos de todos los biomas presentes en el país y sobre todo de aquellas entidades de las que se tienen pocos registros.

5.1.5 Genero *Amanita*

El género *Amanita* Pers. (Basidiomycota, Agaricomycetes, Agaricales, Amanitaceae) fue descrito por Persoon (1794). Se distribuye a nivel mundial y comprende 1, 411 registros según Index Fungorum. (<http://www.indexfungorum.org>), y más de 500 taxones nombrados han sido reconocidos (Kirk *et al.*, 2008; Yang 2015).

Las especies comprendidas son de gran importancia en el mantenimiento de los bosques, porque además de ser degradadores de la materia orgánica, algunos son capaces de formar asociaciones benéficas (micorrizas) con numerosos árboles de importancia económica (Pope *et al.*, 1983; Malloch y Malloch, 1981; Molina y Trappe, 1982).

Amanita presenta características que facilitan su reconocimiento: píleo y estípote separables entre sí, esporas grandes, blancas o de color claro, láminas numerosas, libres, frágiles, blancas, y, por último, un estípote con anillo y volva,

con formas variadas. Hay que tener en cuenta que existen especies que no cumplen por completo todas estas características, por ejemplo, *A. caesarea*, de láminas y pie de color amarillo, no blanco, o *A. submembranacea* que carece de anillo.

Su clasificación ha sido frecuentemente actualizada, la sistemática redefinida por Neville y Poumarat (2004) simplifica bastante el género, dividiéndolo en dos subgéneros, *Amanita* y *Lepidella*. El subgénero *Amanita* presenta margen del sombrero estriado, esporas no amiloides, volva friable y base bulbosa. El subgénero *Lepidella* presenta margen del sombrero liso, esporas amiloides, volva con escamas piramidales, y láminas blancas o de colores.

5.2 Marco referencial

El género *Amanita* ha sido uno de los más estudiados en nuestro país, sin embargo, su conocimiento todavía es parcial, descubriéndose continuamente nuevos registros y/o especies en diferentes localidades del territorio (Villanueva-Jiménez *et al.*, 2006). Este género es uno de los más importantes por sus interacciones con especies de árboles muy importantes en los diferentes bosques que existen en México. Destaca la familia *Fagaceae* con especies como *Quercus*. Este último con una diversidad mundial calculada entre 300 (Lawrence, 1951) y 400 especies (Nixon *et al.*, 1997). Otros opinan que hay aproximadamente 500 (Manos *et al.*, 1999) y hasta 531 especies (Govaerts y Frodin, 1998).

México es un centro de distribución del género, pero no se conoce con exactitud el número de especies existentes en el país. Valencia (2004) reportó un total de 161 especies de *Quercus*. Los datos más recientes sobre el número estimado de especies de encinos para todo el mundo calculan entre 400 y 500 especies (Nixon *et al.*, 1997; Manos *et al.*, 1999), lo que implica que la diversidad específica para *Quercus* en México equivale a casi una tercera parte respecto a la mundial.

Lamentablemente existen muchas especies del género *Quercus* que están

amenazadas y están en peligro de extinción, poniendo en riesgo el equilibrio de los bosques y su sano desarrollo. Estos árboles son el refugio de otras especies vegetales como orquídeas y cicadas y de especies animales. Toda esta riqueza biológica nacional está en peligro constante y depende totalmente de los bosques, los cuales a su vez tienen una estrecha relación con los hongos ectomicorrizógenos.

Pocas son las especies de *Amanita* conocidas de México, lo cual contrasta con la gran riqueza de este género en los bosques templados y fríos del país. Entre los hongos venenosos, las especies de *Amanita* presentan alta toxicidad. *A. bisporigera* y *A. verna* han sido registradas en México por dos casos de intoxicaciones (Heim, 1957; Pérez-Silva, Herrera y Guzmán, 1970).

Se denomina *micetismo* a la intoxicación o envenenamiento causado por la ingestión de macromicetos que contengan o produzcan sustancias que no puedan ser descompuestas por los procesos digestivos y metabólicos del ser humano, y que al ser absorbidas, provocan reacciones tóxicas que causan desde diarrea sin complicaciones, hasta la muerte por destrucción hepática o renal.

VI MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Descripción del área de estudio

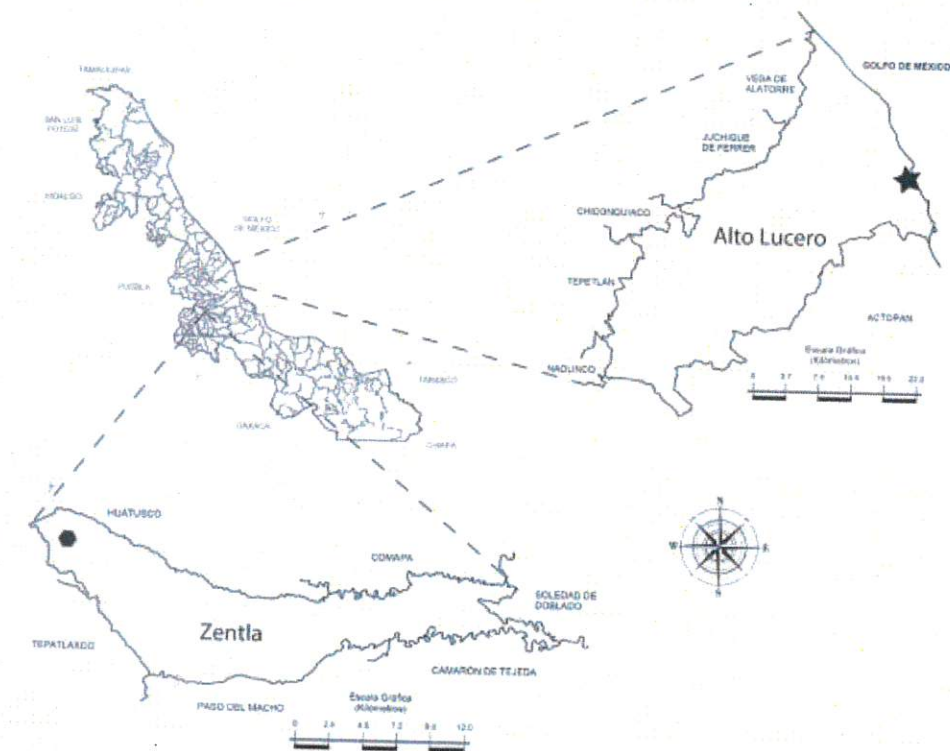


Figura 1: Localización de las áreas de estudio.

Se seleccionaron dos localidades hacia el centro del estado de Veracruz cuya cubierta vegetal corresponde al encinar tropical, una en el municipio de Zentla (localidad 1) y otra (localidad 2) en el de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios. Ambas son propiedades privadas, y de acuerdo con la información de los propietarios y por lo observado en los monitoreos previos, se mantienen sin prácticas de manejo, sin podas del sotobosque y sin recolección de fructificaciones de hongos de este grupo.

Localidad 1. Es un encinar tropical ubicado en el municipio de Zentla, Veracruz, el cual se encuentra en los paralelos 19°01' y 19°08' de latitud norte, los meridianos 96°32' y 96°53' de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Huatusco y Comapa; al este con Huatusco, Comapa, Soledad del Doblado y Camarón de Tejado; al sur con los municipios de Camarón de Tejeda, Paso del Macho y Tepatlaxco; y al oeste con Tepatlaxco (SEFIPLAN, 2015). El sitio de estudio seleccionado en esta región comprende relictos de bosques de *Quercus* que albergan poblaciones de *Q. oleoides* y *Q. sapotifolia*. Algunas áreas con monodominancia de una u otra especie. La localidad bajo estudio se encuentra aproximadamente a 15 km al E de la población Colonia Manuel González, a unos 850 msnm. Cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Su temperatura varía de 20–26 °C y la precipitación de 1,100–1,600 mm (INEGI, 2009a).

Localidad 2. Es un encinar tropical en el municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, se encuentra entre los paralelos 19° 32' y 19° 56' de latitud norte; los meridianos 96° 24' y 96° 46' de longitud oeste, a 393 msnm. Cuenta con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (67%). Con un rango de temperatura de 14–26 °C (INEGI, 2009b). El encinar en el municipio de Alto Lucero forma parte de la Región Terrestre Prioritaria 104 (RTP 104) de CONABIO, comprende relictos de bosque cubiertos por *Q. oleoides* y algunas áreas con mono dominancia de *Q. aff. sapotifolia*. La localidad seleccionada en este municipio se encuentra aproximadamente a 4 km al noreste del municipio de Mesa de Veinticuatro.

6.2 Trabajo de campo

El Laboratorio de Biodiversidad y Sistemática de hongos, del Instituto de Ecología, A.C. INECOL, mantiene un programa de muestreo de hongos enfocado a los relictos de encinares tropicales de Veracruz. Los especímenes seleccionados para el presente estudio fueron recolectados dentro de dicho proyecto durante 2016–2017, en las dos localidades mencionadas. En los muestreos se recolectaron

especímenes de *Amanita* que reflejaran la variación de fructificaciones de las especies, ejemplares jóvenes a maduros en buen estado, con el fin de obtener más información al momento de la determinación taxonómica. Los esporomas se extrajeron con ayuda de una navaja para después colocarlos en papel aluminio y posteriormente fueron transportados en una hielera con geles refrigerantes, para evitar deshidratación, mantener su frescura y preservar sus características.

6.3 Trabajo de laboratorio

Se realizó el registro de las características micro y macro morfológicas de las fructificaciones, mediciones, datos organolépticos, y se observaron reacciones con Hidróxido de Potasio al 3% con apoyo de un microscopio estereoscópico y basándose en los protocolos de Largent *et al.* (1977) y Lodge *et al.* (2004). Los colores de las diferentes partes de las fructificaciones se codificaron de acuerdo con los catálogos de color de Kornerup y Wanscher (1967) y Munsell (1994). Las muestras obtenidas se preservaron mediante un proceso de deshidratación a 39-40 °C, hasta estar completamente secas.

VII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Resultados

8.1.1 *Amanita aff. virosa* Bertill.

Pileo 24-42 mm de diám., plano expandido, superficie color blanco, lisa, finamente estriada hacia la zona del margen, reacción a Hidróxido de Potasio (KOH) a un tono amarillento muy pálido. **Himenio** con láminas y lamelulas de diferente tamaño, apretadas, juntas entre sí, se mancha de amarillo pálido con KOH, láminas unidas al estípote, estrechas, de 2-3 mm de ancho. **Estípote** 78-92 × 5-7 mm, ligeramente acanalado, finamente fibriloso con algunas fibrillas desprendibles, con restos de un anillo, el cual está completamente pegado al estípote, base con volva, adherida, y libre hacia la parte más apical, de consistencia suave y membranosa y ligeramente pegajosa. **Contexto** muy delgado, blanco, reacción a KOH a un tono amarillento pálido, contexto fusionado con el estípote; olor a cloro, sabor finamente picante, pero se pierde rápidamente. **Basidiosporas** amiloides de 7.2-9.6 × 6.4-8.8 μm , \bar{X} = 8.4-7.68 μm , \bar{Q} = 1.09 ± 0.07 globosas a subglobosas, hialinas de color amarillo pálido en KOH 3%, de pared lisa y delgada. **Basidios** de 32.8-49.6 (-52.8) × 7.2-13.6 μm , bisporicos y tetrasporicos a ocasionalmente trispóricos cortos algunos con contenido refringente. **Pileipellis** de hifas filamentosas moderadamente gelatinizadas en arreglo de ixocutis. **Trama himenoforal** compuesta por hifas filamentosas longitudinales orientadas de manera divergente.

Hábitat: Fructificaciones solitarias creciendo cerca de *Q. sapotifolia*.

Materiales examinados: VERACRUZ: municipio de Zentla, localidad 1, septiembre 14, 2017, Corona 1412. Septiembre 22 2016, M. de la Cruz 8.



Figura 2. *Amanita aff. virosa* Bertill. Basidiomas (a), Basidiosporas (b), basidios (c), trama himenoforal (d), pileipellis (e). Escala: a, b = 5 μ m; c = 10 μ m; d, e = 25 μ m

8.1.2 Amanita aff. verna (Bull.) Lam.

Pileo 55-70 mm diám., en ejemplares jóvenes campanulado, hasta tornarse después plano o planoconvexo, seco no higrófono, no pegajoso, generalmente liso, blanco, pero hacia la zona del margen se observa finamente flocoso, con restos de un velo hacia el margen, finamente escuamoso, en algunos ejemplares las escuámulas desprendibles, muy pequeñas y cortas. **Himenio** 5-7 mm de ancho, láminas y lamélulas juntas entre sí, generalmente 1/1, lamélulas de diferente tamaño, blancas, láminas unidas al estípote, ligeramente ventricosas con margen regular o crenado, jóvenes cubiertas por un velo flocoso. **Estípote** 90-140 × 10-15 mm, generalmente cilíndrico, a ligeramente claviforme hacia la base, inserción central, con una volva en forma de saco, con fibras desprendibles algo escamosa, por fuera fibrilosa con algunas fibrillas desprendibles, color blanco, por dentro relleno, contexto fusionado con el contexto del pileo, sin reacción química.

Basidiosporas amiloides 8.4-11.4 (12) × 5.4-6.6 (7.2) μm , \bar{X} = 9.4-6.06 μm , \bar{Q} = 1.55-0.13 ampliamente elípticas a oblongas, hialinas de color amarillo pálido en KOH 3% de pared delgada y lisa. **Basidios** 21-30 × 5.4-6.6 (7.2) μm bispóricos y tetraspóricos cortos de pared delgada. **Pileipellis** de hifas filamentosas entretrejidas gelatinizadas. **Trama himenoforal** constituida por hifas orientadas en arreglo divergente. **Habitat:** Fructificaciones solitarias creciendo cerca de *Q. sapotifolia*.

Material examinado: VERACRUZ: municipio de Zentla, localidad 1, julio 6, 2016, Corona 1283.



Figura 3. *Amanita aff. verna* (Bull.) Lam. Basidiomas (a), basidiosporas (b), basidios (c), trama himenoforal (d), pileipellis (e). Escala: a,b = 5 μ m; c = 10 μ m; d,e = 25 μ m.

8.1.3 Amanita aff. tenuifolia Murrill.

Pileo 25-80 mm de diám., circular, plano expandido, blanco, seco, no higrofanoso, no pegajoso, sin reacción al tacto ni a químicos, liso, contexto color blanco fusionado con el contexto del estípite, sin reacción química o al tacto. **Himenio** con láminas de 4 mm de ancho, y lamelulas de diferente tamaño, juntas entre sí, y unidas al pie, completamente blanco, láminas ventricosas, con el margen discontinuo, ligeramente desgarrado, algo fimbriado o levemente escarchado. **Estípite** 50-80 × 15-20 mm, cilíndrico o claviforme, base ensanchada, con volva en forma de saco, algodonosa a lisa, unida al pie, simple, fibrilosa, completamente blanca sin reacción a químicos ni al tacto. **Basidiosporas** amiloides de 7.2-9.6 (10.8) × 4.2-6 μm , \bar{X} = 8.7-5.17 μm , \bar{Q} = 1.69-0.22 subcilíndricas, de pared lisa y delgada, hialinas, amarillento pálido en KOH 3%. **Basidios** de 24-37.8 (39) × 7.2-10.8 μm de pared delgada, comúnmente con 2 y 3 esterigmas, raramente con 4, esterigmas cortos. **Pileipellis** con hifas filamentosas entrelazadas bastante gelatinizadas. **Trama** con hifas filamentosas longitudinales y orientadas en arreglo divergente.

Hábitat Fructificaciones solitarias creciendo cerca de *Q. sapotifolia*.

Material examinado: VERACRUZ. Municipio de Ato Lucero de Gutiérrez Barrios, localidad 2, julio 11, 2016, Corona 1295.



Figura 4. *Amanita* aff. *tenuifolia* Murrill. Basidiomas (a), basidiosporas (b), basidios (c), trama himenoforal (d), pileipellis (e). Escala: a,b = 5 μ m; c = 10 μ m; d,e = 25 μ m.

8.2 Discusión

De las tres especies estudiadas, dos de los taxones muestran un conjunto de caracteres morfológicos afines a las descripciones y revisiones taxonómicas de las especies mencionadas con algunas ligeras variaciones.

A. virosa es parecida a *A. verna* (Bull.ex.Fr.) Roques, incluso algunos autores como Moser (1967) y Singer (1975) los trataron como sinónimos. Se pueden diferenciar por la reacción negativa al KOH en *A. verna* y la medida de las esporas (9-14 x 6-9 μ m). *Amanita virosa* se puede confundir también con *A. bisporigera*, diferenciándose bien por los basidios bispóricos y el estípote liso.

La tercera especie examinada es *Amanita tenuifolia*, también tóxica y macroscópicamente similar a las dos primeras especies mencionadas.

La diferencia más notoria entre *Amanita virosa* y *A. verna*, de acuerdo con los análisis microscópicos realizados y las características citadas en la literatura, son sus basidiósporas. Macroscópicamente sería posible confundirlas, pero microscópicamente las diferencias son notorias. En contraste, *A. verna* y *A. tenuifolia* son similares en sus caracteres microscópicos.

Estas tres especies, *A. virosa*, *A. verna* y *A. tenuifolia* coinciden microscópicamente en la trama himenoforal divergente, característica peculiar del género *Amanita*. La pileipellis tiene hifas filamentosas gelatinizadas y que macroscópicamente se observa en la viscosidad del píleo cuando está húmedo.

VIII CONCLUSIÓN

De acuerdo al estudio realizado se concluye con la identificación de tres especies del género *Amanita* mediante estudios morfo-anatómicos realizados en el laboratorio de biodiversidad y sistemática de macrohongos del Instituto de Ecología (INECOL).

Se puede observar que, de los subgéneros de *Amanita*, *Lepidella* tiene mayor representación en climas tropicales y que presenta mayor diversidad. Por la zona en donde están las áreas de estudio de este trabajo, este subgénero esta mejor representado. Las tres especies estudiadas corresponden a este subgénero.

El género *Amanita* es uno de los más importantes por sus interacciones con diversas especies de árboles presentes en los diferentes ecosistemas que existen en México. Las tres especies identificadas se encuentran en el subgénero *Lepidella* en la sección *phalloideae* y forman parte de la diversidad de hongos ectomicorrizógenos asociados al encinar tropical veracruzano. Estos micobiontes intervienen en la sobrevivencia de especies como *Q. oleoides* y *Q. sapotifolia* albergados dentro de los relictos de encinar tropical aun presentes y que junto con otros microorganismos ayudan a conservar en equilibrio los procesos químicos que toman parte en el suelo.

Por otro lado, entre los hongos reconocidos como venenosos, las especies de *Amanita* sobresalen debido a su alta toxicidad, en especial las amanitas blancas, las cuales fueron objeto de estudio en este trabajo, reconociéndose especies afines a *Amanita verna*, *Amanita virosa* y *Amanita tenuifolia*. Esta última no se ha registrado anteriormente como una especie presente en México. Cabe mencionar que *A. bisporigera* y *A. verna* han sido registradas previamente en México debido a dos casos de intoxicaciones (Heim, 1957; Pérez-Silva, Herrera y Guzmán, 1970).

Por ello una de las finalidades de estudiar estas especies blancas es poder identificarlas, para brindar información que evite el envenenamiento con hongos o micetismo.

IX REFERENCIAS

- Ágreda, T., Fernández M., y Martínez F. 2010. Los hongos y el bosque. Principales especies, su ecología y aprovechamiento en Soria. Serie Técnica. Junta de Castilla y León. España.
- Alexopoulos, C. J. y Mims, C.W. 1985. Introducción a la micología. Omega. Barcelona. 638 pp.
- Ancona-Méndez, L., G. Cetz-Zapata y P. Garma-Baéz. 2010. Hongos. In La biodiversidad en Campeche. Estudio de estado, G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza-Vega (coord.). Conabio, Gobierno del estado de Campeche, Universidad de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur, México. p. 186-189.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (Coords.). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Bas, C. 1969. Morphology and subdivision of *Amanita* and monograph of its section *Lepidella*. *Persoonia* 5:285-579.
- Bisby, GR, y Ainsworth, GC. 1943. The numbers of fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, 26 (1-2), 16-19.
- Blackwell, M. 2011. The Fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *American journal of botany*, 98, 426-438.
- Chaparro, D. F., Rosas, D. C., y Varela, A. 2009. Aislamiento y evaluación de la actividad enzimática de hongos descomponedores de madera (Quindío, Colombia). *Revista Iberoamericana de Micología*, 26(4), 238-243.
- Contreras-MacBeath, J., F. Jaramillo-Monroy y J. C. Boyás- de Campeche, El Colegio de la Frontera Sur, México. p. del estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Delgado (eds.). 2006. La diversidad biológica en Morelos. *Diversidad*

biológica del Estado de México. Estudio de Donaciones (PFC), México, D. F. p. 24-29.

Esqueda, M., M. Coronado, A. Gutiérrez, R. Valenzuela, S. estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, estado, G. J. Villalobos-Zapata y J. Mendoza-Vega (coord.). Estado, G. L. E. Villaseñor (ed.). 2010 Gobierno del Estado de Estudio de estado. Conabio, UAEM. p. 40. F. p. 189-205.

Frutis-Molina, J. y R. Valenzuela. 2009. Macromicetos. En La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de estado, G. Ceballos, R. List, G. Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano-Quintanar, E. Collado y J. E. San Román (comps.). Gobierno del Estado de México, Biblioteca Mexiquense del Bicentenario, Toluca. p. 243-249.

García-Jiménez, J. y G. Guevara-Guerrero. 2005. Macromicetos (Hongos Superiores) de Tamaulipas. *En Biodiversidad Tamaulipeca*, Vol. 1, L. Barrientos-Lozano, A. Correa-Sandoval, J. V. Horta-Vega y J. García-Jiménez (eds.). Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Cd. Victoria. p. 67-79.

Gómez-Peralta, M. y V. M. Gómez-Reyes. 2005. Hongos y líquenes. En La biodiversidad en Michoacán. Estudio de estado, G. L. E. Villaseñor (ed.). Gobierno del Estado de Michoacán, Secretaría Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. p. 64-67.

Gómez-Pompa, A. 1978. Ecología de la vegetación del estado de Veracruz (No. 04; folleto, 1292.).

Govaerts R. y Frodin D.G. 1998. World Checklist and Bibliography of Fagales (Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae and Ticodendraceae). Royal Botanical Gardens, Kew.

Guadarrama P, Sánchez-Gallén I, Álvarez-Sánchez J, Ramos-Zapata J. 2004. Hongos y plantas, beneficios a diferentes escalas en micorrizas arbusculares. *Ciencias* 73:38-45.

Guillen, G., Asensio, S., Pérez, M., y Benavente, V. 2004. Iniciación a la micología. En: *Revista de Educación del CPR de Toledo*. 6: 98-132.

Guzmán, G. 1998a. Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos en México. *La diversidad biológica de Iberoamérica*, 2, 111-175.

Guzmán, G. 1998b. Inventario de los hongos de México. *Biodiversidad y Conservación*, 7, 369-384.

Guzmán, G., F. Ramírez-Guillén y P. Munguía. 2003. Introducción a la micobiota del estado de Veracruz (México). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid* 27:223-229.

Harley, J. L. y S. E. Smith 1983. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press Inc., London, UK.

Hawksworth, DL 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95: 641-655.

Hawksworth, DL 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105: 1422-1432.

Heim, R., 1957. Sur un cas d'empoisonnement mortel causé au Mexique par l'*Amanita bisporigera* Atk. *Rev. Myc.* 22: 208-216.

Herrera, T., y Ulloa, M. 1998. *El Reino de los Hongos. Micología Básica y Aplicada*. UNAM-FCE, México, D.F.

Hibbett, DS, Ohman, A., Glotzer, D., Nuhn, M., Kirk, P., y Nilsson, RH. 2011. Progress in molecular and morphological taxon discovery in Fungi and

options for formal classification of environmental sequences. *Fungal biology*, 25, 38-47.

Hyde, K. D. y D. L. Hawksworth. 1997. Measuring and monitoring the biodiversity of microfungi. In *Biodiversity of tropical microfungi*, K. D. Hyde (ed.). Hong Kong. p. 11-28.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009a. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Zentla, Veracruz de Ignacio de la Llave. Recuperado el 10 abril, 2017 de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30200.pdf.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009b. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, Veracruz de Ignacio de la Llave. Recuperado el 10 abril, 2017 de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/30/30009.pdf.

Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, W.M. y Stalpers, J.A. 2008. *Dictionary of the fungi*. 10th edn. CAB International, Wallingford, UK

Kornerup, A., y Wanscher, J. H. 1967. *Methuen handbook of colour*. Methuen handbook of colour.

Largent, L., Johnson, D. and Watling, R. 1977. *How to Identify Mushrooms to Genus III. Microscopic features*. Mad River Press, Eureka.

Lawrence G.H. 1951. *Taxonomy of Vascular Plants*. MacMillan, Nueva York.

Lodge, D. J., Ammirati, J. F., O'Dell, T. E., y Mueller, G. M. 2004. Collecting and describing macrofungi. *Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods*, GM, Mueller, G. Bills y MS Foster (eds.). Elsevier Academic. San Diego, California, 128-158.

Malloch, D. y B. Malloch. 1981. The mycorrhizal status of boreal plants: species from Northeastern Ontario. *Can. J. Bot.* 59: 2167-2172.

Manos P.S., Doyle J.J. y Nixon K.C. 1999. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12:333-349.

Martínez, P. 2008. Producción de carpóforos de macromicetes epigeos en masas ordenadas de *Pinus sylvestris* L. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid. España.

Molina, R., y Trappe, J. M. 1982. Patterns of ectomycorrhizal host specificity and potential among Pacific Northwest conifers and fungi. *Forest Science*, 28(3), 423-458.

Moncalvo, J. M., F. M. Lutzoni, S. A. Rehner, J. Johnson y R. Vilgalys. 2000. Phylogenetic relationships of agaric fungi based on nuclear large subunit ribosomal DNA sequences. *Systematic biology* 49: 278-305.

Montoya, S., Gallegos, J., Sucerquía, A., Peláez, B., Betancourt, O., y Arias, D. 2010. Macromicetos observados en bosques del departamento de Caldas: su influencia en el equilibrio y la conservación de la biodiversidad. *Boletín Científico. Museo de Historia Natural.* 14: 57-73.

Moreno, G. 2003. Hongos epigeos ectomicorizógenos, dinámica de sucesión fúngica en bosques y matorrales mediterráneos. Hongos hipogeos micorizógenos de matorrales y praderas mediterráneas. Memoria electrónica del VIII Congreso Nacional de Micología, Toluca, Estado de México, octubre 15-17.

Moser, M. 1967. Basidiomycetn II, in H. Gams: *Kleine Kryptogamenflora*. Fisher Verlag, Stuttgart.

Müeller, G. M. y J. P. Schmit. 2007. Fungal biodiversity: what do we know? What can we predict? *Biodiversity and Conservation* 16:1-5

Müeller, G. M., J. P. Schmit, P. R. Leacock, B. Buyck, J. Cifuentes, D. E. Desjardin, R. E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K. H. Larsson, D. J. Lodge, T. W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, S. A. Redhead, L. Ryvarden, J. M. Trappe, R. Watling y Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 16:37-48.

Munsell, A. 1994. Soil, color charts, revised edition. Nova York. MacBeth Division of Kollmorgan Instruments Corporation.

Neville, P., y P., Poumarat, S. 2004. Amaniteae. Candusso.

Nixon C.K., Jensen R.J., Manos P. y Muller C.H. 1997. Flora of North America, North of Mexico. Vol. 3 Magnoliophyta: Magnoliidae and Hamamelidae. Oxford University Press, Nueva York.

O'Brien, H. E., Parrent, J. L., Jackson, J. A., Moncalvo, J. M., y Vilgalys, R. 2005. Fungal community analysis by large-scale sequencing of environmental samples. *Appl. Environ. Microbiol.*, 71(9), 5544-5550.

Pardavé, D. L., M. 2001. Contribución al conocimiento del género *Amanita* en el estado de Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (25), 11-16.

Pardavé-Díaz, L. M., L. Flores-Pardavé, V. Franco-Ruiz Esparza y M. Robledo-Cortés. 2007. Contribución al conocimiento de los hongos (macromicetos) de la Sierra Fría, Aguascalientes. *Investigación y Ciencias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 37:4-12.

Pazos, A. 2007. Los hongos en el ecosistema. *Agrupación Micológica A Zarrota*. 2: 1-18. *Ecosistemas Información para Educación Ambiental*.

Pérez-Silva, E., T. Herrera y G. Guzmán, 1970. Introducción al estudio de los macromicetos tóxicos de México. Bol. Soc. Mex. Mic. 4: 49-53.

Persoon, C. H. (1794). Neuer Versuch einer systematischen Eintheilung der Schwämme. Neues Magazin für die Botanik, 1, 63-128.

Piepenbring, M., López, F., y Cáceres, O. 2016. Colaboradores escondidos. La importancia de los Hongos en los Ecosistemas Información para Educación Ambiental.

Pope, P. E. R. Chaney, J. D. Rhodes y S. H. Woodhead. 1983. The mycorrhizal dependency of four hardwood.

Sánchez-Jácome, M. R. y L. Guzmán-Dávalos. 2011. Hongos citados para Jalisco, II. Ibugana 16:25-60

Schmit, J. P. y G. M. Müller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. Biodiversity and Conservation 16:99-111.

SEFIPLAN (Secretaría de Finanzas y Planeación). 2015. Sistema de información municipal, Cuadernillos municipales, Zentla. Veracruz Gobierno del Estado y Secretaria de Finanzas y Planeación del 26 estado de Veracruz. Recuperado el 1 septiembre, 2017 de <http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2015/05/Zentla.pdf>

Singer, R., 1975. The Agaricales in modern Taxonomy. Cramer Vaduz.

Smith S.E. y Read D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Ed 3. Academic Press, New York.

Smith, Sally y read, David. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2da ed. Academic Press Limited. Londres. 605.

Trappe, J. 1977. Selection of fungi for inoculation in nurseries. Annual Rev. Phytopathol. 15: 203-222.

Trappe, J., y Louma, D. 1992. The Ties that bind: fungi in ecosystems. In Carroll G., y D. Wicklow (Eds.). The fungal community-its organization and role in the ecosystems. Marcel Dekker. New York. 17-27 Pp.

Valencia, A. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. Boletín de la sociedad Botánica de México, (75).

Valenzuela, R., J. García-Jiménez, T. Raymundo y C. I. Silva-Barrón. En prensa [a]. Los macromicetos de Querétaro. En Historia natural del estado de Querétaro, R. Jones y J. Malda (eds.). Conabio-UAQ.

Vandenkoornhuyse, P., S. L. Baldauf, C. Leyval, J. Straczek, and J. P. W. Young. 2002. Extensive fungal biodiversity in plant roots. Science 295: 2051

Vázquez-Mendoza, S. y R. Valenzuela-Garza. 2010. Macromicetos de la Sierra Norte del estado de Puebla, México. Naturaleza y Desarrollo 8:46-61.

Velázquez, A., J. F. Mass, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro, T. Fernández, G. Bocco, E. Ezcurra y J. L. Palacio. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. INE, Gaceta Ecológica 62:21-37.

Villanueva-Jiménez, E., Villegas-Ríos, M., Cifuentes-Blanco, J., y León-Avenidaño, H. 2006. Diversidad del género *Amanita* en dos áreas con diferente condición silvícola en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Revista mexicana de biodiversidad, 77, 17-22.

Whittaker, R. H. 1969. New Concepts of Kingdoms of Organisms. Science, vol. 163. Iss 3863. Pp 150-160.

Woese, C. R., Kandler, O., y Wheelis, M. L. 1990. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. Proceedings of the National Academy of Sciences, 87, 4576-4579.

Yang Z.L. 2015. Atlas of the Chinese species of Amanitaceae. Science Press, Beijing; 213 pp.

Yang, Z. L., Cai, Q., y Cui, Y. Y. 2018. Phylogeny, diversity and morphological evolution of Amanitaceae. Biosyst Ecol Ser, 34, 359-380.

Yuridia-López, C., G. Guevara-Guerrero y J. I. Alonso Riverol. 2011. Hongos macromicetos. In Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2, C. Pozo (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Conabio, Gobierno del estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PFC), México, D. F. p. 24-29.