



**Contribución al conocimiento de la diversidad morfológica y
molecular del género *Agaricus* L. (Agaricaceae) en el estado de
Veracruz, México**

TESIS

Para obtener el grado académico de:

Maestro en Ciencias en Ecología Forestal

PRESENTA:

Elvia Naara Palestina Villa

Dra. Rosario Medel Ortiz director interno

Dra. Margarita Villegas Ríos director externo

Dr. Roberto Garibay Orijel asesor

Dra. Dora Trejo Aguilar asesora

XALAPA, VERACRUZ, MÉXICO








DICIEMBRE 2017



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES
MAESTRIA EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA FORESTAL

Aprobación del documento final de tesis de grado: Contribución al conocimiento de la diversidad morfológica y molecular del género *Agaricus* L. (*Agaricaceae*) en el estado de Veracruz, México

Realizada por el alumno Elvia Naara Palestina Villa, bajo la dirección del Comité particular de tesis y aprobada por el Comité Revisor. Ha sido aceptada como requisito parcial para obtener el grado de: **Maestro en Ciencias en Ecología Forestal**.

	Nombre	Firma
Director(a) de tesis	Dra. Rosario Medel Ortiz	
Asesores	Dra. Margarita Villegas Ríos	
	Dr. Roberto Garibay Orijel	
	Dra. Dora Trejo Aguilar	
Comisión Revisora	Dra. Virginia Rebolledo Camacho	
	Dr. Gerardo Mata Montes de Oca	
	Dr. Carlos Régulo Llarena Hernández	

Xalapa, Ver. noviembre del 2017.

Para mi esposo

Horacio Rodríguez Torres...

**...porque con su apoyo
incondicional y su amor
constante pude finalizar mis
estudios de posgrado**

¡Te amo!

Para mis padres, *Ciro Palestina Calderón* y *Elvia Villa del Moral* y
mis abuelos, *Pedro Villa Carrera* y *Jovita del Moral*, porque sé que
siempre me tienen en sus oraciones y creen en mí.

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de mis estudios de maestría.

Al **posgrado de Maestría en Ciencias en Ecología Forestal** de la Universidad Veracruzana y al **Instituto de Investigaciones Forestales**, por la oportunidad de realizar mis estudios dentro del Programa.

A la **Dra. Rosario Medel Ortiz**, por dirigir este proyecto, por su generosidad al brindarme la oportunidad de trabajar con ella y compartir su experiencia, por su apoyo constante e incondicional, así como por sus siempre valiosos aportes, críticas y comentarios al trabajo durante el desarrollo de esta investigación. ¡Lo logramos!

A la **Dra. Margarita Villegas Ríos**, por su orientación y ayuda para la parte morfológica del trabajo, siempre realizadas en un marco de paciencia y disponibilidad. Así como por las correcciones y comentarios que fueron parte fundamental de esta investigación.

Al Dr. **Roberto Garibay Orijel**, por asesorar el proyecto, dando comentarios esenciales que lo mejoraron notablemente, por la capacitación brindada en la parte molecular del trabajo y por haberme impartido el curso de biología molecular de hongos.

A la **Red Temática Código de Barras**, por las facilidades para usar el nodo del Instituto de Biología.

A la **Dra. Dora Trejo Aguilar**, por su aportación al trabajo y por permitirme el uso del Laboratorio de Organismos Benéficos.

Al **Dr. Gerardo Mata** del Instituto de Ecología, por su valioso apoyo en el uso del laboratorio de Biología Molecular de la Planta experimental de hongos.

A la **Dra. Noemí Matías Ferrer**, por su gran apoyo en la extracción de ADN y en la obtención de las secuencias del ITS durante mi estancia en la UNAM.

A los **integrantes del CA-UV 220** Biotecnología, Biodiversidad y Manejo de los recursos naturales, por las facilidades otorgadas para llevar este trabajo a buen fin.

A la **Biól. Florencia Ramírez Guillén**, por su atento apoyo en el herbario y por haberme permitido la estancia en el laboratorio de la colección micológica del INECOL.

Al **Téc. Juan Lara Carmona**, por su ayuda en todo lo relacionado con los ejemplares de herbario que se estudiaron en este trabajo.

A los revisores de este trabajo: **Dr. Gerardo Mata, Dr. Carlos R. Llarena y Dra. Virginia Rebolledo Camacho**, por esmerarse en la corrección de esta investigación, por su puntualidad en la entrega del trabajo y por sus acertados comentarios para mejorar el presente escrito.

RESUMEN

El género *Agaricus* es complejo, poco estudiado en México y en el estado de Veracruz. A la fecha se han citado 17 especies en este estado. Este trabajo tiene por objetivo presentar una revisión taxonómica del género en Veracruz, bajo el contexto de taxonomía integrativa. Se revisaron 50 especímenes de *Agaricus* tanto de herbario, como colectados, siguiendo las técnicas morfológicas rutinarias en Micología. Cuando fue posible, se secuenció la región espaciadora transcrita (ITS) del ADN nuclear utilizando los iniciadores ITS1 e ITS4. Las secuencias fueron analizadas filogenéticamente utilizando los métodos Bayesiano y Maximun Likelihood (ML). Se identificaron morfológica y/o molecularmente 34 taxones que correspondieron a seis especies bien determinadas, 14 especies affinis, los 14 restantes quedaron como *Agaricus* sp. *Agaricus ficophilus* se cita por primera vez para México. Dos especies (*A. benesii* y *A. tollocanensis*) fueron nuevos registros para Veracruz, haciendo un total de 20 especies registradas para esta entidad. En el análisis filogenético se ubicaron 12 secuencias distribuidas en 4 subgéneros con altos niveles de soporte: *Pseudochitonina*, *Spissicaules*, *Minores* y *Flavoagaricus*, y en seis secciones: *Xanthodermatei*, *Rubricosi*, *Rarolentes*, *Subrutilescentes*, *Laeticolores* y *Arvenses*. Las secuencias correspondieron a 11 taxones a saber: *A. ficophilus*, *A. tollocanensis*, *A. aff. californicus*, *A. aff. diamantanus*, *A. aff. rufoaurantiacus*, *A. aff. volvatulus*, *Agaricus* sp. 3, 10, 11, 12 y 14, dentro de las cuales es importante enfatizar que presentaron mayor similitud nucleotídica con secuencias provenientes del Caribe, seguido de secuencias de México, Estados Unidos, Chile y Tailandia. Se presentan las descripciones taxonómicas de todos los taxa. Se adiciona una clave dicotómica para las secciones y especies aquí estudiadas, presentes en el estado de Veracruz. Las especies se distribuyeron principalmente en el bosque mesófilo de montaña, jardines, bosque de *Pinus*, y fue el bosque mesófilo de montaña el que mayor número de especies presentó. Los materiales estudiados provienen de 16 municipios, siendo el municipio de Xalapa el mejor representado, con 19 recolectas. De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la taxonomía integrativa es una herramienta adecuada para lograr una identificación más certera de las especies de *Agaricus*. Se recomienda que, para zonas como las del estado de Veracruz la determinación de especies se inicie con claves de especies tropicales y subtropicales del Caribe ya que en este trabajo se hizo evidente que existe afinidad entre las especies del Caribe y las encontradas en el estado de Veracruz.

Palabras clave: Agaricales, champiñón, filogenia, ITS, taxonomía integrativa

ABSTRACT

The *Agaricus* genus is complex and little studied in Mexico and in Veracruz state. To date, 17 species have been cited in the state. This work aims to present a taxonomic revision of the genus for some of Veracruz parts. Fifty herbarium specimens were reviewed following traditional morphological techniques in mycology and, when possible, were sequenced the internal transcribed spacer region (ITS) from nuclear DNA using ITS1 and ITS4 primers. Which were analysed phylogenetically using Bayesian and Maximum Likelihood (ML) methods. 34 species were differentiated morphologically and/or molecularly, corresponding to six species, 14 affinis species and the 14 remaining stayed as *Agaricus* sp. *Agaricus ficophilus* was first reported for Mexico and two of them: *A. benesii* and *A. tollocanensis* were new records for Veracruz, making a total of 20 species registered for this entity. 12 sequences were placed and distributed in 4 subgenres with high levels of support: *Pseudochitonia*, *Spissicaules*, *Minores* and *Flavoagaricus*, and in six sections: *Xanthodermatei*, *Rubricosi*, *Rarolentes*, *Subrutilescentes*, *Laeticolores* and *Arvenses* corresponding to 11 different species: *A. ficophilus*, *A. tollocanensis*, *A. aff. californicus*, *A. aff. diamantanus*, *A. aff. rufoaurantiacus*, *A. aff. volvatulus*, *Agaricus* sp. 3, 10, 11, 12 and 14. It is important to emphasize that they showed the greatest nucleotide similarity with sequences mainly from the Caribbean, followed by sequences from Mexico, the United States, Chile and Thailand. Taxonomic descriptions of all taxa are presented. A dichotomous key is added for the sections and species studied here, present in the state of Veracruz. The species were mainly distributed in the cloud forest, gardens, *Pinus* forest, but it was the cloud forest that presented the highest number of species. The materials studied come from 16 municipalities, being the municipality of Xalapa the best represented, with 19 recollections. According to the obtained results it is concluded that the integrative taxonomy is an adequate tool to obtain a more accurate identification of the species of *Agaricus*. It is recommended that, for areas such as the state of Veracruz, the species determination should begin with tropical and subtropical Caribbean keys, since in this work it became evident that these regions share species of the genus *Agaricus*.

Key words: Agaricales, champignon, filogeny, ITS, taxonomy

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
El género <i>Agaricus</i>	1
Estatus taxonómico del género <i>Agaricus</i>	2
División infragenerica del género <i>Agaricus</i>	2
Importancia de las especies de <i>Agaricus</i>	3
2. ANTECEDENTES	3
Estudios moleculares de <i>Agaricus</i>	4
Planteamiento del problema	4
3. HIPÓTESIS	5
4. OBJETIVOS	5
General	5
Particulares	5
5. MATERIALES Y MÉTODOS	5
Revisión de herbario	5
Trabajo de campo	6
Base de datos	6
Zona de estudio	6
Trabajo de laboratorio	7
Análisis molecular	8
Extracción de ADN	8
Amplificación por PCR	9
Limpieza de los productos de PCR	10
Secuenciación	10
Edición de secuencias	10
Análisis filogenéticos	10
6. RESULTADOS	11
Determinación taxonómica	13
Análisis filogenético	17
Clave para las especies estudiadas	22

Descripciones taxonómicas	25
SUBGÉNERO <i>Agaricus</i>	25
SUBGÉNERO <i>Flavoagaricus</i>	28
SUBGÉNERO <i>Minores</i>	34
SUBGÉNERO <i>Pseudochitonia</i>	47
SUBGÉNERO <i>Spissicaules</i>	65
7. DISCUSIÓN	75
8. CONCLUSIONES.....	81
9. LITERATURA CITADA.....	82
10. GLOSARIO	90
11. ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxones diferenciados y sus características bioquímicas para su ubicación en secciones.....	14
Tabla 2. Comparación de las secuencias del ITS de las especies estudiadas con las secuencias descargadas de Genbank con mayor similitud nucleotídica.....	28
Tabla 3. Comparación de las 10 posiciones nucleotídicas características de la sección <i>Rarolentes</i> según Kerrigan (2016) con <i>Agaricus</i> sp. 12.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de los municipios en los que fueron recolectados los especímenes de <i>Agaricus</i> estudiados en este trabajo.....	7
Figura 2. Árbol generado con el análisis de Maximum Likelihood (PhyML).....	20
Figura 3. Árbol generado con el análisis Bayesiano.....	21

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Número de especies recolectadas en cada municipio.....	12
Gráfica 2. Distribución de las especies estudiadas en distintos tipos de vegetación....	13
Gráfica 3. Hábitat de las especies estudiadas en este trabajo-.....	14

ÍNDICE DE LÁMINAS

Lámina 1. Subgénero <i>Agaricus</i> , sección <i>Agaricus</i> . <i>A. aff. lanipes</i> (Chacón 4221, XAL): A-B. <i>Agaricus</i> sp. 1 (Tapia 1092, XAL): C-D	27
Lámina 2. Subgénero <i>Flavoagaricus</i> , sección <i>Arvenses</i> . <i>A. arvensis</i> (Ramírez-Guillén 10, XAL): A-B. <i>A. augustus</i> (Palestina-Villa 31): C-E. <i>A. aff. heinemannianus</i> (Gándara 959): F. <i>Agaricus</i> sp. 2 (Montoya 606): G-H	34
Lámina 3. Subgénero <i>Minores</i> , sección <i>Minores</i> <i>A. aff. brunneostictus</i> (Castillo Del Moral 71a, XAL): A-B. <i>Agaricus aff. xantholepis</i> (Montoya 901, XAL): C. <i>Agaricus</i> sp. 7 (Jarvio 909, XAL): D	39
Lámina 4. Subgénero <i>Minores</i> , sección <i>Laeticolores</i> . <i>A. aff. martineciensis</i> (Jarvio 721, XAL): A. <i>Agaricus</i> sp. 4 (Jarvio 178, XAL): B. <i>Agaricus</i> sp. 5 (Guzmán 36184): C-D. <i>Agaricus</i> sp. 6 (Palestina-Villa 43): E. <i>Agaricus aff. rufoaurantiacus</i> (Cortés-Pérez 1813, XAL): F. <i>A. ficophilus</i> sp. (Villegas-Ríos 2928, FCME): G-J	47

Lámina 5. Subgénero *Pseudochitonia*, sección *Bivelares*. *A. aff. subperonatus* (Guzmán 36324, XAL): **A-C**.....**49**

Lámina 6. Subgénero *Pseudochitonia*, sección *Rubricosi*. *A. aff. diamantanus* (Cortés-Pérez 1553, XAL): **A-D**.....**53**

Lámina 7. Subgénero *Pseudochitonia*, sección *Xanthodermatei*. *A. aff. volvatulus* (Palestina-Villa 44, XAL): **A-D**. *A. aff. phaeolepidotus* (Palestina-Villa 32, XAL): **E**. *A. aff. californicus* (Palestina-Villa 46A): **F-G**. *A. tollocanensis* (Medel 17-06-2016): **H-J**.....**60**

Lámina 8. Subgénero *Pseudochitonia*, sección *Xanthodermatei*. *A. xanthodermus* (Palestina-Villa 37, XAL): **A-C**. *Agaricus* sp. 10 (Guzman-Guillermo 240): **D-F**.....**65**

Lámina 9. Subgénero *Spissicaules*, sección *Rarolentes*. *Agaricus* sp. 12 (Cortés-Pérez 1553, XAL): **A-E**.....**69**

Lámina 10. Subgénero *Spissicaules*, sección *Amoeni*. *Agaricus* sp. 13 (Castillo del Moral 71b, XAL): **A-B**.....**71**

Lámina 11. Subgénero *Spissicaules*, sección *Subrutilescentes* (barra= 5 µm). *A. subrutilescens* (Rico 965) **A-C**. *Agaricus* sp. 14 (Cortés-Pérez 1829) **D-E**. (Cortés-Pérez 1652) **F-H**.....**74**

1. INTRODUCCIÓN

Los hongos son un grupo de organismos muy heterogéneo respecto de su forma, hábitat y sus asociaciones con otros organismos. Su diversidad se calcula entre 2.2 y 5.1 millones de especies (Blackwell, 2011; Hawksworth, 2017). Para México, Guzmán (1998) estimó 200,000 especies de hongos y más de 14,000 macromicetos para el estado de Veracruz extrapolando los datos de Hawksworth (1991). Sin embargo, a pesar de la gran diversidad fúngica estimada para México, y en especial para Veracruz, existen géneros poco estudiados, como *Agaricus* L. (Basidiomycota, Agaricales, Agaricaceae) del cual se han reportado más de 400 especies a nivel mundial (Gui *et al.*, 2015) y sólo 54 en la República Mexicana.

El género *Agaricus*

Los hongos del género *Agaricus* se caracterizan macroscópicamente por presentar píleo o sombrero campanulado, convexo o plano-convexo de color blanquecino, café o rojizo, con o sin ornamentaciones fibrilosas o escamosas. Himenio laminar de color rosáceo a marrón oscuro al madurar. Estípite cilíndrico, claviforme o subclavado, con restos de velo parcial en forma de anillo (Kerrigan, 2016). Microscópicamente presenta pileipellis con hifas ocasionalmente pigmentadas internamente en forma de grandes vacuolas o granulaciones. Himenio con basidios clavados, piriformes o globosos con 1-4 esterigmas rectos. Esporas elipsoides de color marrón al madurar, de pared gruesa y lisa, poro apical ocasional y apéndice hilar corto. Queilocistidios presentes o no, globosos, piriformes, claviformes, catenulados o septados. Anillo estructurado con hifas monomíticas y cilíndricas que pueden estar acompañadas de elementos globosos; fíbulas ausentes (Callac, 2007; Parra, 2008). Otros aspectos son los químicos determinados por medio de reactivos aplicados en píleo, contexto y estípite como Schäffer (anilina + ácido nítrico) e Hidróxido de Potasio 5% que provocan o no un cambio de coloración que separa a las especies en secciones (Parra, 2008). Finalmente, los aspectos organolépticos (captados por los sentidos) que deben anotarse en fresco son el cambio de color del contexto al corte y roce que puede ser inmutable o tener distintas tonalidades de rojo o amarillo. Y el olor de los basidiomas que puede ser a anís, almendras, fenol, yodo o fúngico (Parra, 2008; Kerrigan, 2016). El

género comprende especies de hongos saprobios que crecen solitarios o en conjuntos a veces formando ‘anillos de brujas’. Se distribuyen en cuatro continentes (Gui *et al.*, 2015), habitan desde el nivel del mar hasta zonas montañosas a más de 3000 msnm (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990). Se pueden encontrar en pastizales y praderas (i.e *Agaricus campestris* L.); en zonas con poca o nula vegetación como márgenes de caminos, parques (i.e *A. bitorquis* (Quél.) Sacc.); en la arena y dunas costeras (*A. menieri* Bon); en bosques (*A. sylvicola* (Vittad.) Lév.); en zonas de cultivo donde el suelo ha sido alterado y removido (*A. bresadolanus* (Bohus) Wasser) o sobre restos vegetales muy degradados como *A. subrufescens* Peck (Parra, 2008, 2013; Callac, 2007). Pueden desarrollarse sobre hojas (humícolas), suelo desnudo (terrícolas) o estiércol (fimícolas); no se ha reportado especies lignícolas, pero *A. californicus* (ver descripción) crecía sobre madera en estado avanzado de degradación.

Estatus taxonómico del género *Agaricus*

El naturalista sueco Linneo (1753) utilizó el término *Agaricus* para designar a todos los hongos con láminas y estípite. En 1821, Gray usó el nombre de *Pratella* (lat. que crece en los prados) para denominar a este amplio grupo (Callac, 2007). En 1871 Fries redujo el grupo a especies con anillo y esporas de color oscuro y cambió el nombre al de *Psalliota* (gr. *psallion*, anillo). En 1879, Karsten sustituyó este nombre por el de *Agaricus* que coincide con el concepto actual del género (Parra-Sánchez, 2005). En 1962, Donk propuso a *Agaricus* L. ex Fries como “*nomen conservandum*” con *A. campestris* L. ex Fries como la especie tipo. Este nombre tiene prioridad sobre sus sinónimos homotípicos *Psalliota* (Fr.) P. Kumm y *Pratella* (Pers.) Gray, según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Karunarathna *et al.*, 2016).

División infragénica del género *Agaricus*

De las casi 30 clasificaciones publicadas del género, las cuatro más importantes son **1)** la de Heinemann en 1978 (con especies de África, América, Europa y Oceanía) que propuso tres subgéneros y 12 secciones. **2)** la de Cappelli (1984) que clasificó a especies europeas del subgénero *Agaricus* en *Flavescentes* y *Rubescentes*. **3)** la de Parra (2008, 2013) que sugiere 10 secciones para especies europeas. **4)** Zhao *et al.* (2016) que utilizaron datos morfológicos, filogenéticos multigénicos y de divergencia en

el tiempo en taxones de tres continentes, dividiendo al género en cinco subgéneros y 20 secciones (**Anexo 1**).

Importancia de las especies de *Agaricus*

Muchas especies del género son nutraceuticas (comestibles y con propiedades medicinales), algunos ejemplos son *A. bisporus*, el hongo más cultivado y comercializado a nivel mundial (Salmones *et al.*, 2011) que además posee alto contenido proteínico, mejora la sensibilidad a la insulina en personas con diabetes, contiene potasio y posee vitaminas del grupo B y ácido pantoténico (Calonge, 2011). *Agaricus sylvaticus* Schaeff. que se vende en mercados de México (Estrada-Martínez *et al.*, 2009), tiene efectos benéficos sobre el metabolismo en pacientes operados de cáncer y junto con *A. sylvicola* poseen un notable efecto antioxidante (Barros *et al.*, 2008; Costa y Carvalho, 2011). *A. xanthodermus* Genev. contiene una glicoproteína que actúa sobre el *Herpes simplex* y el VIH (Calonge, 2011), además contiene agaridin, un compuesto con actividad antibacteriana y citotóxica (Brizuela *et al.*, 1998). *A. subrufescens* Peck, contiene propiedades antioxidantes y anticancerígenas ampliamente estudiadas (Kerrigan, 2005; Wisitrassameewong *et al.*, 2012).

2. ANTECEDENTES

En México se han citado 54 especies del género (**Anexo 2**) que equivale al 13.25% de las especies conocidas en el mundo. Las especies se distribuyen en 24 estados del país y la Ciudad de México (CDMX) como se muestra en el **Anexo 3**. De éstas, 17 se encuentran en el estado de Veracruz (4.25% de las especies descritas), por lo que es la segunda entidad con más especies de *Agaricus* en el país (**Anexo 4**). Hasta la fecha en México se han citado especies de *Agaricus* en más de 100 trabajos, entre listados generales de algunas entidades del país, trabajos recopilatorios y otros que aportan caracteres de identificación y claves (**Anexo 5**). Para Veracruz las contribuciones más importantes son **1)** la de Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes (1990) que describieron a *A. impudicus* (Rea) Pilát, *A. moelleri* Wasser (como *A. praeclaresquamosus* var. *praeclaresquamosus*), *A. sylvaticus* Schaeff. y *A. sylvicola* (Vittad.) Peck. **2)** la de Mata *et al.* (2016) que reportaron a *A. bisporus* silvestre.

Estudios moleculares de *Agaricus*

Los métodos moleculares resultan de interés para definir especies con mayor certeza y de forma más robusta, también son de gran ayuda para generar una clasificación más natural del género como han enfatizado los trabajos de *Agaricus* en Australia, China y Tailandia (Zhao *et al.* 2011; Lebel y Syme, 2012; Gui *et al.*, 2015). Zhao *et al.* (2011), encontraron, con análisis filogenéticos, especies tropicales ubicadas en siete clados que no coincidían con las secciones clásicas. Por ello, el uso de herramientas moleculares es esencial para plantear una clasificación más estable que sea coherente con la filogenia del género (Callac, 2007). Los estudios filogenéticos del género se basan en el análisis de secuencias de la región ITS1 y 2 del ADN ribosomal que es de aproximadamente 700 pares de bases, junto a la región LSU y los genes *tef.1* y *RPB2*.

Planteamiento del problema

Algunas especies del género *Agaricus* presentan cierto grado de variabilidad morfológica debido a cambios ambientales (Callac, 2007). *A. xanthodermus* de píleo blanquecino y liso, puede oscurecerse, fisurarse y/o presentar escamas si se somete a los rayos del sol y poca humedad (Kerrigan *et al.*, 2005). *A. bisporus* con producción normal de basidios tetraspóricos, genera cierto porcentaje de basidios bispóricos si se expone a temperaturas muy bajas (Mata *et al.*, 2016). Aunado a esto, la diversidad de especies de *Agaricus* en Veracruz está escasamente estudiada y se piensa que ha sido subestimada debido a que muchas zonas de México permanecen en su mayor parte inexploradas y gran parte de lo que se ha colectado ha sido determinado utilizando bibliografía europea, de las cuales sólo *A. bisporus*, *A. campestris* y *A. subrufescens* pueden ser consideradas cosmopolitas. Debido a esto, el uso de bibliografía acorde con las regiones de México y la ayuda de herramientas morfológicas y moleculares para determinar las especies del género es esencial para robustecer el concepto de especie. Por ello, se espera que, con la ayuda de la taxonomía integrativa, el presente estudio constituya una importante contribución al conocimiento de la diversidad del género *Agaricus* en el estado de Veracruz; lo cual podría servir de base para estudios posteriores más especializados como el cultivo y usos potenciales en dicha entidad.

3. HIPÓTESIS

Dada la diversidad de especies del género *Agaricus* en México y el escaso conocimiento que se tiene del género en Veracruz, se espera que con los estudios de taxonomía integrativa en especies que habitan las zonas tropicales y subtropicales del estado de Veracruz se constituyan nuevos registros o especies no descritas para la diversidad fúngica.

4. OBJETIVOS

General

Contribuir al conocimiento de la diversidad de las especies del género *Agaricus* en el estado de Veracruz, utilizando datos morfológicos y moleculares.

Particulares

- Describir macro y micromorfológicamente las especies de *Agaricus* recolectadas en algunos municipios del estado de Veracruz.
- Conocer la circunscripción de las especies de *Agaricus* de Veracruz, observando la diversidad de clados en los que se distribuyen.
- Integrar la información morfológica y genética para reconocer o distinguir las especies encontradas en Veracruz.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Revisión de herbario

Se revisaron los materiales de *Agaricus* sp. depositados en la colección micológica del herbario XAL del Instituto de Ecología, A.C. para contar con una regionalización de la presencia del género en Veracruz. Al no estar identificados, constituyeron una fuente material para este estudio. Se incluyeron materiales de *Agaricus* que presentaran al menos uno de los siguientes datos en fresco:

1. **Reacciones químicas del basidioma.** En algunos casos se tuvieron que realizar en ejemplares deshidratados indicado en las descripciones taxonómicas

con un asterisco (*) junto al resultado de la reacción. Estas se realizaron sobre píceo y estípites siguiendo la metodología de Parra, 2008)

- a. **La reacción Schäffer** (anilina pura + ácido nítrico). Se colocó una gota de anilina y encima una de ácido nítrico, la reacción positiva es una coloración naranja o rojo fuego; la negativa, permanece inmutable.
 - b. **KOH 5%** (Hidróxido de Potasio). Al colocar una gota, la reacción es positiva cuando se observa una coloración amarilla intensa o amarilla-olivácea y negativa si permanece inmutable.
2. **Olor.** Pueden ser de almendras o anís. De fenol, yodo, tinta china o medicamentoso. O poco distintivos: fúngico, frutos secos o desagradable.
 3. **Cambio de color del contexto.** En estípites y píceo que después del corte o roce pueden o no presentan coloraciones con diferentes tonalidades de rojo (rubescentes) o amarillo (flavescentes).

Trabajo de campo

Se realizaron exploraciones dirigidas entre los meses de agosto-noviembre de 2015 y marzo-septiembre de 2016 en los municipios de Xalapa y Coatepec con el fin de recolectar materiales recientes para realizar las extracciones de ADN. Las recolectas fueron georreferenciadas, fotografiadas en campo y se realizaron las pruebas macroquímicas específicas para el género. Los materiales fueron procesados y depositados en la colección micológica del herbario XAL del Instituto de Ecología A.C. para su posterior análisis microscópico.

Base de datos

Se elaboró una base de datos con los materiales del género *Agaricus* depositados en la colección de hongos del herbario XAL del Instituto de Ecología A.C. (INECOL) junto con los ejemplares recolectados durante el desarrollo de este trabajo. Esta incluye los datos a partir de los cuales se seleccionaron los especímenes estudiados en este trabajo como: especie, tipo de vegetación, recolector, localidad, fecha de recolecta y características macroscópicas del ejemplar. Las recolectas seleccionadas se ubicaron en un mapa (**Figura 1**) que representa la distribución de los materiales estudiados.

Zona de estudio

Los ejemplares estudiados provienen de 16 de municipios del estado de Veracruz (Figura 1). Las recolectas se encuentran en selvas y bosques tropicales, bosque mesófilo de montaña, jardines públicos o privados y bosques de coníferas.

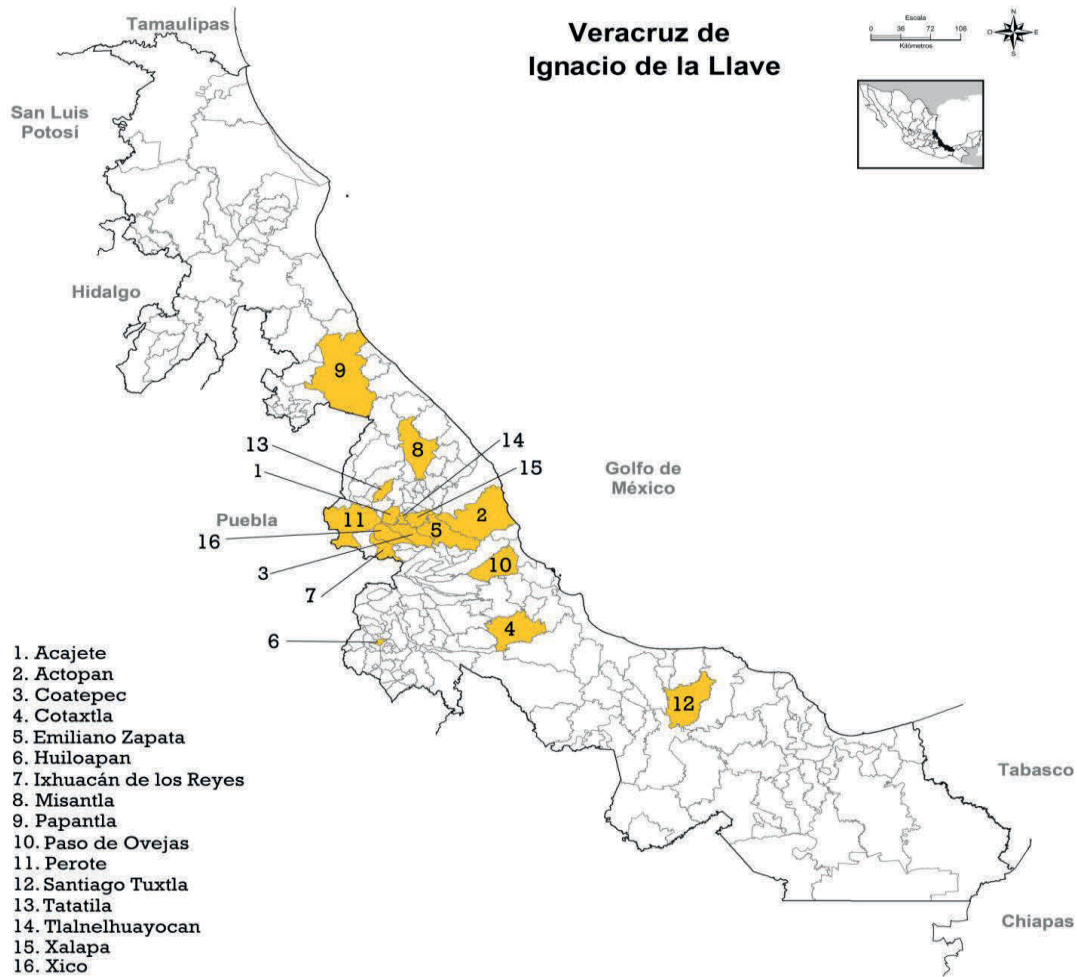


Figura 1. Municipios en los que fueron recolectados los especímenes de *Agaricus* estudiados en este trabajo.

Trabajo de laboratorio

El material se revisó macro y microscópicamente en el laboratorio, utilizando las técnicas rutinarias en micología sugeridas por Largent *et al.* (1977) y Parra (2008). Para el estudio al microscopio de campo claro (Primo Star Carl Zeiss) se elaboraron preparaciones temporales montadas en Agua, KOH al 5% o 10% o con Rojo de Congo al 1%. Para la observación de los caracteres microscópicos de esporas, basidios, queilocistidios, hifas en contexto, anillo y pileipellis, se realizaron los cortes pertinentes siempre a partir de material deshidratado, registrando tamaño, forma y color. En cuanto

a las esporas, se tomaron al menos 25 medidas distintas (largo y ancho) en posición lateral para estimar los siguientes estadísticos: coeficiente $Q = \text{largo}/\text{ancho}$ de cada espora; $Q_m = \text{largo}/\text{ancho}$ del promedio de cada espora, para determinar la forma de las esporas, (Largent *et al.*, 1977), así como ancho y largo promedio (\underline{A} , \underline{L})

Para las identificaciones morfológicas, se consultaron las obras de Cappelli (1984, 2011a, b, c), Kerrigan (1986, 2016), Breitenbach y Kränzlin (1995), Parra-Sánchez, (2008, 2013). Asimismo, fueron revisados los trabajos más recientes como los de Zhao *et al.* (2011, 2016), entre otros. Otras obras consultadas fueron las de Heinemann (1961, 1962a, 1962b, 1962c, 1993), Dennis (1970) y Pegler (1983, 1986, 1987a, 1987b), como apoyo en la obtención de caracteres de especies provenientes de la región del Caribe, ya que estos autores se enfocan a especies de zonas tropicales. Cabe mencionar que en las descripciones de caracteres macromorfológicos de algunos ejemplares, las medidas o reacciones que al lado tienen un asterisco (*), fueron obtenidas a partir de material deshidratado.

Análisis molecular

Los ejemplares seleccionados fueron también sometidos al análisis molecular para amplificar la región de los ITS (espaciadores internos transcritos) del ADN ribosomal, que comprende el ITS1, 5.8S e ITS2.

Extracción de ADN

Se siguió la metodología de Mata *et al.* (2016), con ligeras modificaciones. La extracción de ADN se realizó con el kit XNAP (Sigma-Aldrich). Dentro de la campana de flujo laminar se colocaron 20 μl de solución de extracción en tubos Eppendorf® (un tubo por muestra). A continuación, se introdujo un fragmento de contexto del píleo (de no más de 2 mm^2) previamente extraídos de los ejemplares herborizados usando utensilios estériles. Los tubos fueron debidamente rotulados y se colocaron en el termociclador (BIO-RAD, modelo T100 o Applied Biosystems, modelo 2720) con el siguiente programa, 10 minutos a 65°C y 10 minutos a 95°C. Después se le agregaron 20 μl de solución de dilución y se dejaron reposar 30 minutos a temperatura ambiente. Antes de ser almacenados a 4°C, se transfirieron los 40 μl en tubos nuevos, desechando el fragmento orgánico.

Para confirmar la presencia de ADN, se realizó un gel de Agarosa al 2%, usando TBE 1X y 1 µl de REDgel, se colocaron 4 µl de LB (Loading Buffer, 3 partes de agua por una de glicerol y azul de bromofenol) y 3 ó 4 µl de la extracción de ADN, se dejaron correr las muestras a 85 V por 50 minutos.

Amplificación por PCR

Este procedimiento fue realizado usando dos protocolos diferentes, dependiendo del laboratorio donde se trabajó (IBUNAM o INECOL), siempre dentro de la campana de flujo laminar.

Para el primero (IBUNAM), se amplificó la región ITS con los iniciadores ITS1 “de ida” e ITS4 “de vuelta” con el kit MyTaq™ DNA Polymerase (Bioline) usando, generalmente, 1 ó 2 µl de ADN concentrado o en dilución 1:10, respectivamente; los ciclos de la PCR constaron de 3 minutos iniciales de desnaturalización a 94°C, seguido de 40 ciclos con tres cambios de temperatura: 1 minuto a 94°C (desnaturalización), 1 minuto a 53°C (alineamiento de los iniciadores) y 1 minuto a 72°C (extensión). Siguió una extensión final de 8 minutos a 72°C y finalmente la temperatura bajó a 4°C por 10 minutos.

El segundo protocolo se realizó en el laboratorio de cultivo de hongos del INECOL, se amplificó la región usando los iniciadores ITS1F “de ida” e ITS4 “de vuelta”, con el kit REExtract-XNAP (Sigma-Aldrich). Se utilizaron 2 µl de ADN concentrado. El programa de PCR fue el siguiente: 3 minutos a 94°C, seguido de 40 ciclos con tres cambios de temperatura: 1 minuto a 94°C, 1 minuto a 51°C y 1 minuto a 72°C, después la extensión final de 72°C y finalmente un ciclo de 10 minutos a 4°C.

Para verificar la amplificación en ambos protocolos de PCR, se preparó un gel de Agarosa 1% con 100 ml de amortiguador TBE 1X y 1 µl REDgel (Biotium). Una vez preparada la mezcla, se vació dentro de la bandeja previamente sellada y con los peines colocados; al solidificarse el gel, se sacaron los peines y el gel se colocó en la cámara electroforética que contenía amortiguador TBE 1X, se cargaron los pozos con 5 µl del producto de PCR y 4 µl de LB u 8 µl del producto de PCR para el primer y segundo protocolos, respectivamente. Se dejaron correr el gel a 90 V por 45 minutos. Finalmente se fotografió el gel en un transiluminador UV (DigiDoc-It® Imaging System).

Limpieza de los productos de PCR

Las muestras que amplificaron satisfactoriamente, después se purificaron con ExoSAP-IT (USB-Affymetrix). En tubos nuevos se mezcló 1 µl de ExoSAP-IT, 1 µl de agua bidestilada y 3.5 µl de producto de PCR, hasta homogeneizar, después se centrifugaron por 30 segundos a 1000 rpm; finalmente, se introdujeron en el termociclador con los siguientes ciclos: 37°C por 45 minutos, 80°C por 15 minutos y 4°C al terminar.

Secuenciación

Los productos de PCR limpios se mandaron a secuenciar con el kit Big Dye Terminator 3.1 (Applied Biosystems) en el Laboratorio de Secuenciación Genómica de la Biodiversidad y la Salud del Instituto de Biología, UNAM.

Edición de secuencias

Las secuencias obtenidas se editaron con el programa Geneious R10 (Biomatters). Se agruparon las secuencias en sentido y contrasentido de cada muestra generando así una secuencia consenso, sobre la cual se corrigieron ambigüedades en los nucleótidos. Estas se compararon mediante BLAST con la base de datos en GenBank (NCBI) para conocer las especies más cercanas. De las secuencias con mayor similitud (de entre el 90-100% que pueden incluir secuencias de la misma especie, sección y subgénero), se seleccionaron sólo las que presentaron ejemplares voucher y que fueron determinadas por especialistas; estas se descargaron para realizar los análisis filogenéticos.

Análisis filogenéticos

Con las secuencias obtenidas más las descargadas de GenBank se realizó un alineamiento con Muscle 3.6 (Mata *et al.*, 2016) ajustándolas manualmente, cortando los extremos para homogeneizar el tamaño de las secuencias y eliminar las que no lograron alinearse correctamente. Finalmente, usando el alineamiento se realizaron los análisis filogenéticos de Máxima Verosimilitud e Inferencia Bayesianas en Geneious 10 (Biomatters).

El programa PhyML (Montpellier Bioinformatics platform) se usó para llevar a cabo los análisis de Máxima Verosimilitud, buscando la topología de los árboles con SPRs y usando HKY85 como modelo de substitución (BEST topology search), el soporte de las ramas se obtuvo con 1000 repeticiones de bootstrap (**Figura 2**). El análisis Bayesiano

fue realizado con MrBayes (Huelsenbeck y Ronquist, 2001), el valor de soporte de las ramas se obtuvo por medio probabilidades posteriores (Bpp), sobre 1,000,000 generaciones usando el modelo de sustitución GTR (Mata *et al.*, 2016) (**Figura 3**). De acuerdo con el estudio de Zhao *et al.* (2016), en ambos análisis se eligió como grupo externo una especie de *Heinemannomyces* (KT951346).

6. RESULTADOS

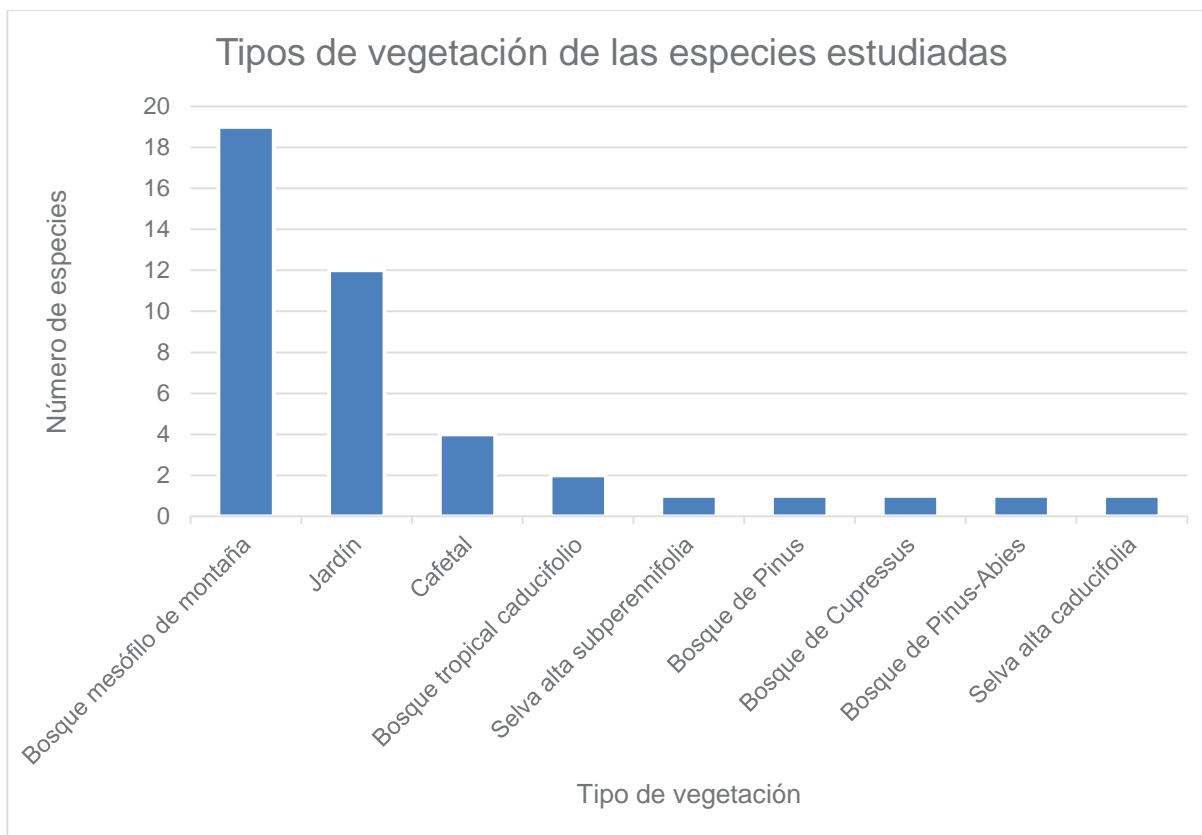
La base de datos obtenida a partir de los ejemplares de herbario y recolectas, incluye 300 registros de los cuales, sólo 50 presentaron los datos esenciales para su identificación morfológica y son los que presentan el punto central de este trabajo (**Tabla 1**). De los ejemplares estudiados, los más antiguos se recolectaron hace 30 años y los más recientes son del año 2016.

Las especies provienen de 16 municipios del estado: Acajete, Coatepec, Emiliano Zapata, Huiloapan de Cuautémoc, Ixhuacán de los Reyes, Tatatila, Tlalnahuayocan y Xalapa, donde predomina (principalmente) el bosque mesófilo de montaña. Asimismo, provienen del municipio de Perote y Xico, donde predomina el bosque de pino. Y de Actopan, Cotaxtla, Misantla, Papantla, Paso de Ovejas y Santiago Tuxtla, donde predomina la vegetación tropical. El municipio que presentó mayor número de especies fue Xalapa (17 especies) y los municipios con menor número de especies fueron Actopan, Cotaxtla, Huiloapan de Cuautémoc, Ixhuacán de los Reyes, Misantla, Paso de Ovejas, Perote, Santiago Tuxtla, Tatatila y Xico, con una especie cada uno (**Gráfica 1**). Las recolectas provinieron de 4 tipos de vegetación, principalmente el bosque mesófilo de montaña (19 especies) seguido de jardines o parques (12 especies), cafetal (cuatro especies), de algún tipo de vegetación tropical (dos especies) y en bosques de *Pinus*, *Pinus-Abies* y *Cupressus* se recolectó una especie en cada uno (**Gráfica 2**). Finalmente, también se registró el tipo de hábitat dependiendo el sustrato donde se desarrollaban, siendo la mayor parte terrícolas (28 especies), seguido de húmicas (siete especies) y fímicas o aridícolas (una especie por cada uno), como se muestra en la **Gráfica 3**.



Gráfica 1. Número de especies que presentaron los municipios considerados en este trabajo: Xalapa (17), Coatepec (4), Tlalnahuayocan (3), Acajete (2), Emiliano Zapata (2), Actopan (1), Cotaxtla (1), Huiloapan de Cuautémoc (1), Ixhuacán de los Reyes (1), Misantla (1), Papantla (1), Paso de Ovejas (1), Perote (1), Santiago Tuxtla (1), Tatatila y Xico (1).

La revisión bibliográfica evidenció que, en México el género *Agaricus* no ha sido estudiado en profundidad y en la mayoría de los registros las especies provienen de trabajos generales e inventarios realizados en distintas localidades que no incluyen ni descripciones ni ilustraciones, estas especies provienen principalmente de bosques de *Pinus* y *Quercus*.

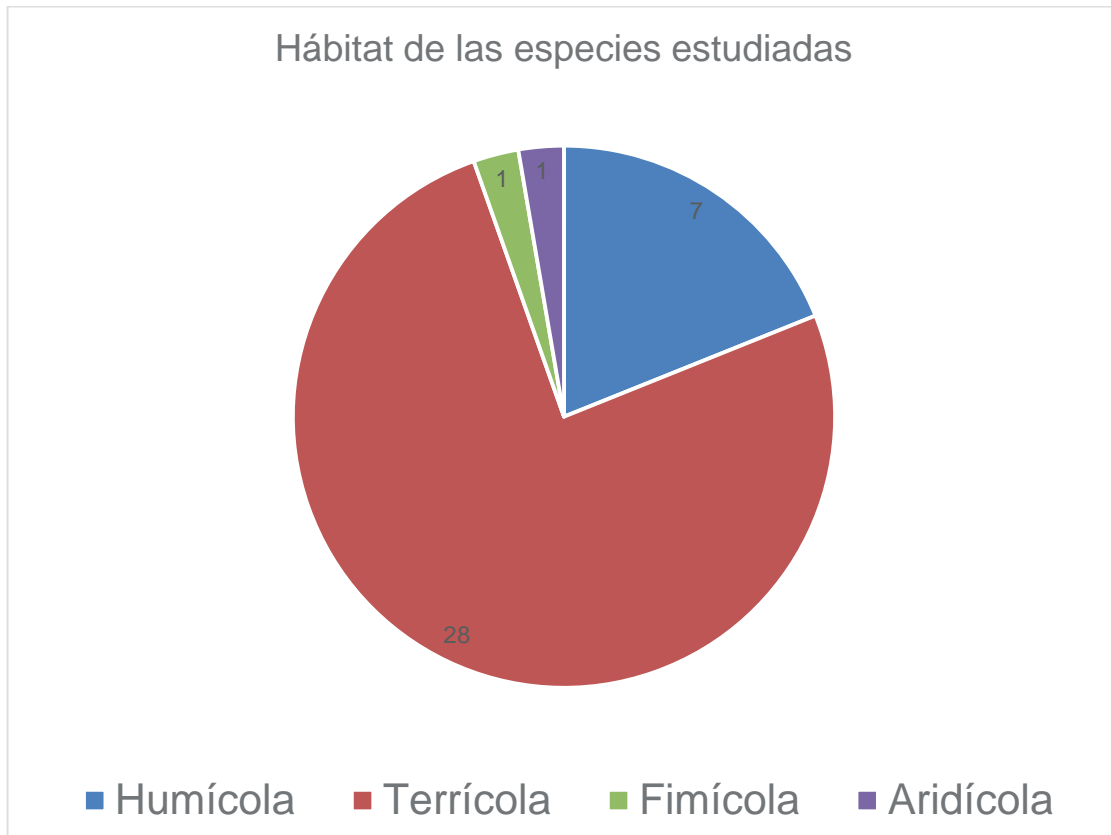


Gráfica 2. Distribución de las especies encontradas en los distintos tipos de vegetación: 19 especies en el bosque mesófilo de montaña, 12 especies en jardines, cuatro especies en cafetal, dos en bosque tropical caducifolio, una especie en selva alta subperennifolia, una especie en selva alta caducifolia, una especie en bosque de *Pinus*, una especie en bosque de *Cupressus* y una especie en bosque de *Pinus-Abies*.

Determinación taxonómica

Se estudiaron un total de 50 ejemplares (**Tabla 1**), que se agruparon en 5 subgéneros, 12 secciones y 34 taxones, de acuerdo con la clasificación de Zhao *et al.* (2016, **Anexo 1**). Se identificaron de manera precisa seis especies, a saber: *Agaricus ficophilus*, *A. benesii*, *A. impudicus*, *A. tollocanensis*, *A. xanthodermus* y *A. subrutilescens* que pertenecen a cinco secciones: *Laeticolores*, *Sanguinolenti*, *Spissicaules*, *Xanthodermatei* y *Subrutilescentes*, y tres subgéneros: *Pseudochitonia*, *Spissicaules* y *Minores*. De éstos, *A. ficophilus* es un nuevo registro para el país; *A. benesii* y *A. tollocanensis* son nuevos registros para Veracruz que, al sumarlo con los anteriores, hace un total de 20 especies que se reconocen hasta ahora para el estado. 14 especies quedaron como *affinis*: *Agaricus* aff. *altipes*, *A. aff. arvensis*, *A. aff.*

subrufescens, *A. aff. heinemannianus*, *A. aff. semotus*, *A. brunneostictus*, *A. aff. martinicensis*, *A. aff. xantholepis*, *A. aff. rufoaurantiacus*, *A. aff. subperonatus*, *A. aff. diamantanus*, *A. aff. trinitatensis*, *A. aff. volvatulus* y *A. aff. californicus*; 14 especies no pudieron determinarse, *Agaricus* sp. 1-14



Gráfica 3. Diferentes tipos de sustrato sobre los que se desarrollan las especies estudiadas. Siendo en su mayoría terrícolas (28 especies), humícolas (siete especies), fimícolas o aridícolas (una especie cada uno).

Tabla 1. Taxones diferenciados y sus características bioquímicas para su ubicación en secciones. Clasificación basada en Zhao *et al.* (2016)

Recolecta	Especie	KOH	RS	Olor	Cambio de color	Municipio	Vegetación
Subgénero <i>Agaricus</i>							
Sección <i>Agaricus</i>							
<i>Chacón 4221</i>	<i>A. aff. altipes</i>	+	+	Anís picante	Amarillo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
<i>Tapia 1092</i>	<i>Agaricus</i> sp. 1	+	+	Agradable	Café amarillento	Acajete	Bosque Mesófilo de Montaña

Subgénero <i>Flavoagaricus</i>							
Sección <i>Arvenses</i>							
Ramírez-Guillén 10	<i>A. aff. arvensis</i>	+	+	?	Amarillo	Cotaxtla	?
Palentina-Villa 31	<i>A. aff. subrufescens</i>	+	+	Dulce, anís	Amarillo	Xalapa	Jardín público, bambú
Guzmán 36170		+	+	Inapreciable	Café	Papantla	Jardín
Ramírez-Guillén 127		+	+	?	Amarillo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Gándara 959	<i>A. aff. heinemannianus</i>	+	+	Anís	Amarillo	Actopan	Bosque Tropical Caducifolio
Montoya 606	<i>Agaricus</i> sp. 2	+	+	Fúngico	Rojizo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Palentina-Villa 48	<i>Agaricus</i> sp. 3	+	+	Anís	Amarillo	Huiloapan de Cuautémoc	Bosque Mesófilo de Montaña
Subgénero <i>Minores</i>							
Sección <i>Minores</i>							
Baeza 81	<i>A. aff. semotus</i>	+	+	Nuez	?	Santiago Tuxtla	Platanal
Castillo del Moral 71a	<i>A. aff. brunneostictus</i>	+	+	Dulce	?	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Montoya 901	<i>A. aff. xantholepis</i>	+	+	Inapreciable	Café amarillento	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Jarvio 909	<i>Agaricus</i> sp. 4	+	+	Fúngico	Amarillo	Coatepec	Cafetal
Sección <i>Laeticolores</i>							
Jarvio 721	<i>A. aff. martinicensis</i>	+	+	Fúngico	Naranja a vináceo	Coatepec	Cafetal
Guzmán 37078		+	+	Fúngico	Rojizo	Coatepec	Cafetal con Bosque Mesófilo de Montaña
Jarvio 178	<i>Agaricus</i> sp. 5	+	+	?	Vináceo	Tlalnelhuayocan	?
Guzmán 36184	<i>Agaricus</i> sp. 6	+	+	Fúngico	Café rojizo	Papantla	Vegetación tropical
Murrieta 1035		+	+	Agradable	Rojo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Palentina-Villa 43	<i>Agaricus</i> sp. 7	+	+	?	Rojo	Ixhuacán de los Reyes	Cafetal
Cortés-Pérez 1813	<i>A. aff. rufoaurantiacus</i>	+	+	Nuez	Rojo	Emiliano Zapata	Bosque Mesófilo de Montaña
Villegas-Ríos 2928	<i>A. ficophilus</i>	+	+	Humedad	Café anaranjado	Misantla	Selva Alta Subperennifolia
Subgénero <i>Pseudochitonía</i>							

Sección Bivelares							
Guzmán 36324	<i>A. aff. subperonatus</i>	-	-	Yodo	Inmutable	Xalapa	Jardín con bambú
Sección Rubricosi							
Cortés- Pérez 1553	<i>A. aff. diamantanus</i>	+	-	?	Café anaranjado	Acajete	Bosque Mesófilo de Montaña
Murrieta 1003	<i>A. aff. trinitatis</i>	+	-	Agradable	Rojizo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Medel 11- 06-15	<i>Agaricus</i> sp. 8	+	-	Almendra	Rojo	Xalapa	Jardín
Sección Sanguinolenti							
Guzmán 38080	<i>A. benesii</i>	-	-	Fúngico	Rojizo vináceo	Coatepec	Cafetal con Bosque Mesófilo de Montaña
Sección Xanthodermatei							
Palestina- Villa 44	<i>A. aff. volvatulus</i>	+	-	Tinta china	Amarillo tenue	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Palestina- Villa 32	<i>Agaricus</i> sp. 9	+	-	Tinta china	Amarillo intenso	Xalapa	Jardín público, bambú
Medel 971b		+	-	Cloro	Amarillo	Paso de Ovejas	Bosque Tropical Caducifolio
Palestina- Villa 46a	<i>A. aff. californicus</i>	+	-	Naranja	Rojizo	Xalapa	Parque
Medel 17- 06-16	<i>A. tollocanensis</i>	+	-	Cloro	Amarillo	Xalapa	Jardín público, bambú
Chacón 5118	<i>A. xanthodermus</i>	+	-	Cloro	Amarillo	Xalapa	Bosque Mesófilo de Montaña
Palestina- Villa 37		+	-	Tinta china	Amarillo	Xalapa	Jardín público, bambú
Ramírez- Guillén 158		+	-	Yodo	Amarillo	Tatatila	Cupressus
Gándara 950		+	-	Yodo	Amarillo	Xalapa	Jardín
Palestina- Villa 34		+	-	Tinta china	Amarillo	Xalapa	Jardín público, bambú
Guzman- Guillermo 240	<i>Agaricus</i> sp. 10	+	-	Cloro	Amarillo	Xalapa	Jardín público, bambú
Guzman- Guillermo X	<i>Agaricus</i> sp. 11	+	-	Fuerte	Rojo	Xalapa	?
Subgénero Spissicaules							
Sección Spissicaules							

<i>Bandala</i> 1230	<i>A. impudicus</i>	-	-	Agradable	Rojizo	Perote	Bosque de <i>Pinus</i>
Sección <i>Rarolentes</i>							
<i>Cortés-Pérez</i> 1524	<i>Agaricus</i> sp. 12	+	-	Nuez	Amarillo anaranjado	Tlalnelhuayocan	Bosque Mesófilo de Montaña
Sección <i>Amoeni</i>							
<i>Castillo del Moral</i> 71b	<i>Agaricus</i> sp. 13	+	-	Fúngico	Inmutable	Xalapa	Jardín
Sección <i>Subrutilescens</i>							
<i>Cortés-Pérez</i> 1829	<i>Agaricus</i> sp. 14	-	-	?	?	Coatepec	Bosque Mesófilo de Montaña
<i>Cortés-Pérez</i> 1652		-	-	Nuez	Rojizo	Coatepec	Bosque Mesófilo de Montaña
<i>Rico</i> 923	<i>A. subrutilescens</i>	+	-	Fúngico	Inmutable	Xico	<i>Pinus-Abies</i>
<i>Rico</i> 965		+	-	Fúngico	Inmutable	Xico	<i>Pinus-Abies</i>
<i>Fernández</i> 914		+	-	Fúngico	Inmutable	Xico	<i>Pinus-Abies</i>
<i>Leal</i> 246		+	-	Fúngico	?	Xico	<i>Pinus-Abies</i>
<i>Castillo del Moral</i> 60		+	-	Fúngico	?	Emiliano Zapata	?
<i>Castillo del Moral</i> 61		+	-	Fúngico	?	Emiliano Zapata	?
<i>Leal</i> 251		+	-	Fúngico	?	Tlalnelhuayocan	Bosque Mesófilo de Montaña

Análisis filogenético

El análisis se realizó con 12 secuencias pertenecientes a 11 especies estudiadas en este trabajo (**Tabla 2**), con las cuales se generaron dos análisis: Maxima Verosimilitud (ML) (**Figura 2**) e Inferencia Bayesiana (**Figura 3**). En los árboles obtenidos mediante estos análisis se observa que, en general, la circunscripción de las especies identificadas molecularmente es robusta, ya que la topología es consistente y los valores de soporte de sus clados son altos en ambos análisis filogenéticos.

Las 11 especies con secuencias se distribuyeron en los siguientes clados, el Clado I que contiene a *A. aff. diamantanus* (*Cortés-Pérez* 1553) que pertenece a la sección *Rubricosi*; el Clado II que contiene a *Agaricus* sp. 10 (*Guzman-Guillermo* 240), *Agaricus* sp. 11 (*Guzman-Guillermo* X), *A. aff. californicus* (*Palestina-Villa* 46A), *A. tollocanensis*

(Medel 17-06-2016) y *A. aff. volvatulus* (Palestina-Villa 44) de la sección *Xanthodermatei*; el Clado III que incluye a *Agaricus* sp. 12 (Cortés-Pérez 1524); el Clado IV constituido por *Agaricus* sp. 14 (Cortés-Pérez 1652 y 1829) pertenecientes a la sección *Subrutilescentes*; el Clado V formado por *A. ficophilus* (Villegas-Ríos 2928) y *A. aff. rufoaurantiacus* (Cortés-Pérez 1813) de la sección *Laeticolores*; finalmente el Clado VI que contiene a *Agaricus* sp. 3 (Palestina-Villa 48).

De las recolectas con secuencias, *Agaricus* sp. 14 (Cortés-Pérez 1652 y 1829) es la única especie que presenta dos ejemplares, pertenece a la sección *Subrutilescentes* del subgénero *Spissicaules*.

Es importante recalcar que la mayor parte de las secuencias obtenidas a partir de los especímenes que son parte de este trabajo presentaron la mayor similitud nucleotídica con secuencias que provienen del Caribe (cuatro), seguido de secuencias de México (tres), Estados Unidos (dos), Chile (una) y Tailandia (una). Lo anterior se observa claramente a continuación en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Comparación de las secuencias del ITS de las especies estudiadas con las secuencias descargadas de Genbank con mayor similitud nucleotídica.

Especie	Secuencia más similar	% similitud nucleotídica	# diferencias	Procedencia	Caracteres similares	Caracteres distintos	Referencia
Subgénero <i>Flavoagaricus</i>							
Sección <i>Arvenses</i>							
<i>Agaricus</i> sp. 3 (Palestina-Villa 48)	<i>A. reducibulbus</i> (KJ859130)	98.73	8	USA	Cambio de color a amarillo, tamaño del píleo, esporas y basidios	Ausencia de poro apical en esporas y rizomorfos en la base, olor, no. esterigmas de basidios y forma de queilocistidios	Kerrigan, 2016
Subgénero <i>Minores</i>							
Sección <i>Laeticolores</i>							
<i>A. aff. rufoaurantiacus</i> (Cortés-Pérez 1813)	<i>Agaricus</i> sp. (KM349611)	98.9	6	Estados Unidos	No hay descripción		Kerrigan, 2016
<i>A. ficophilus</i> (Villegas-Ríos 2928)	<i>A. rufoaurantiacus</i> (KT951313)	95.05	28	República Dominicana	Cambio de color, escamas en estípite, forma de esporas, basidios y queilos	Colores del píleo y escamas del anillo, longitud de estructuras microscópicas	Zhao <i>et al.</i> , 2016
Subgénero <i>Pseudochitonina</i>							

Sección Rubricosi							
A. aff. <i>diamantanus</i> (Cortés-Pérez 1553)	<i>Agaricus</i> sp. (KT951313)	98.28	11	Martinica	No hay descripción		Zhao <i>et al.</i> , 2011
Sección Xanthodermatei							
A. aff. <i>volvatulus</i> (Palestina-Villa 44)	<i>Agaricus</i> sp. (JF514527)	99.08	6	Tailandia	No hay descripción		Zhao <i>et al.</i> , 2011
A. aff. <i>californicus</i> (Palestina-Villa 46a)	<i>A. californicus</i> (AY899265)	99.03	5	México		Color del píleo, olor no a fenol, tinta china o yodo, cambio de color no a amarillo	Callac y Guinberteau, 2005
A. <i>tollocanensis</i> (Medel 17-06-16)	<i>A. tollocanensis</i> (AY703913)	99.31	5	México	Tamaño y coloración de píleo y estípites, anillo, forma de las esporas	Ancho de esporas, base emarginada, hábitat	Callac y Mata, 2004
<i>Agaricus</i> sp. 10 (Guzman-Guillermo 240)	<i>Agaricus</i> sp. (KY462379)	95.56	24	Chile	No hay descripción		Truong <i>et al.</i> , 2017
<i>Agaricus</i> sp. 11 (Guzman-Guillermo X)	<i>A. caribaeus</i> (JF727856)	97.96	10	Martinica	No hay descripción		Zhao <i>et al.</i> , 2011
Sección Rarolentes							
<i>Agaricus</i> sp. 12 (Cortés-Pérez 1524)	<i>Agaricus</i> sp. (JF727854)	99.74	2	Martinica	No hay descripción		Zhao <i>et al.</i> , 2011, 2016
Sección Subrutilescens							
<i>Agaricus</i> sp. 14 (Cortés-Pérez 1829)	<i>Agaricus</i> cf. <i>subrutilescens</i> (KT874935)	97.75	12	México	No hay descripción)No hay artículo
<i>Agaricus</i> sp. 14 (Cortés-Pérez 1652)							

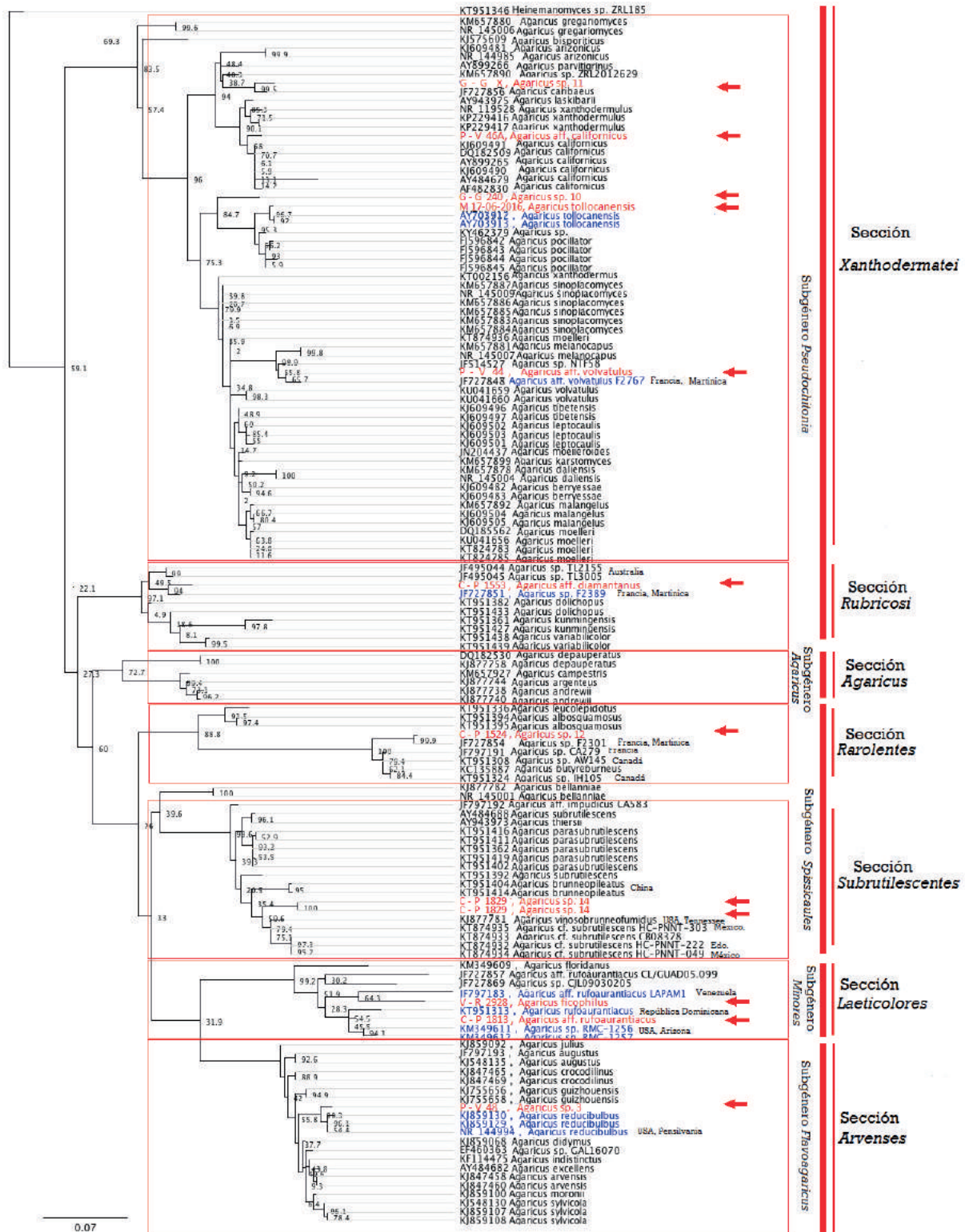


Figura 2. Árbol generado con el análisis de Maximum Likelihood (PhyML) en el que las especies en color rojo son las estudiadas en este trabajo, las de color azul las de secuencias más cercanas de GenBank y las de color negro son especies de GenBank

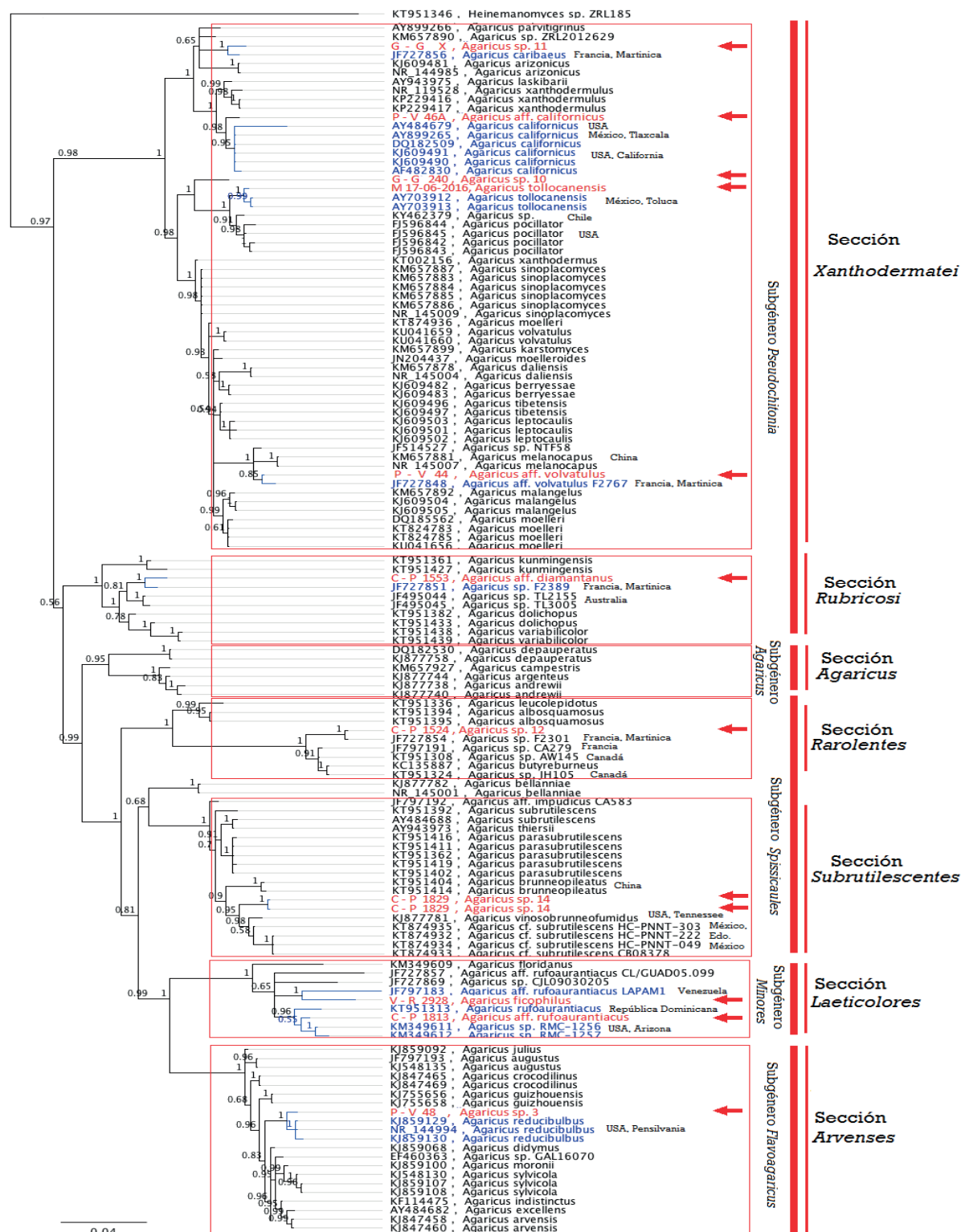


Figura 3. Árbol generado con el análisis Bayesiano en el que las especies en color rojo son las estudiadas en este trabajo, las de color azul las secuencias más cercanas de GenBank y las de color negro son especies de GenBank

Clave para las especies estudiadas

La terminología utilizada para esta clave se menciona en la sección de Materiales y Métodos e igualmente se describe su significado en el Glosario.

1a Reacción Schäffer y KOH positivas, olor a almendra, anís o fúngico.....	2
2a Queilocistidios catenulados globosos, abundantes.....	
.....Subgénero <i>Flavoagaricus</i> , Sección <i>Arvenses</i> ...	12
2b Queilocistidios clavados, esferopedunculados, vesiculados o piriformes, multiseptados o no, no muy abundantes.....	3
3a Anillo simple y frágil, contexto flavesciente.....	13
3b Anillo membranoso, contexto rubescente.....	14
1b Reacción Schäffer negativo, KOH negativo o positivo virando a amarillo u oliváceo.....	4
4a Olor a anís, flavesciente; olor a nuez, rubescente; olor fúngico agradable, contexto inmutable.....	5
5a KOH negativo, olor a anís, contexto flavesciente.....	
.....Subgénero <i>Agaricus</i> , Sección <i>Agaricus</i>	15
5b KOH negativo o positivo virando a amarillo u oliváceo, olor a nuez o fúngico agradable, contexto rubescente o inmutable.....	6
6a KOH negativo o positivo virando a oliváceo.....	7
7a Velo parcial simple, membranoso.....	
.....Sección <i>Subrutescentes</i>	16
7b Velo parcial grueso.....	8
.....Sección <i>Spissicaules</i>	<i>A. impudicus</i>
6b KOH positivo virando a amarillo.....	8
8a Velo parcial con superficie inferior lisa.....	
.....Sección <i>Amoeni</i>	<i>Agaricus</i> sp. 13
8b Velo parcial con superficie inferior con escamas amarillentas en el margen.....	12
.....Sección <i>Rarolentes</i>	<i>Agaricus</i> sp. 12
4b Olor a almendras o agradable, contexto rubescente,; contexto flavesciente o anaranjado, olor a fenol, yodo o tinta china; contexto inmutable, olor a yodo.....	9
9a Reacción Schäffer y KOH negativas, anillo simple o doble.....	10
10a Anillo doble, olor agradable...	10
.....Sección <i>Sanguinolenti</i>	<i>A. benesii</i>
10b Anillo simple, olor a yodo.....	11
.....Sección <i>Bivelares</i>	<i>A. aff. subperonatus</i>
9b Reacción Schäffer negativa, KOH positiva virando a amarillo, anillo simple o no.....	11
11a Olor a almendras o agradable, rubescente.....	17
.....Sección <i>Rubricosi</i>	17
11b Olor a fenol, yodo o tinta china, flavesciente, anaranjado.....	
.....Sección <i>Xanthodermatei</i>	18

12 Subgénero *Flavoagaricus*, sección *Arvenses*

- 19a Basidioma de tamaño pequeño (píleo <70 mm de diámetro).....20
20a Base del estípite bulbosa con cordones miceliares, esporas de 5-7 x 3-4 μm
.....**A. aff. heinemannianus**
20b Base del estípite bulbosa sin rizomorfos, esporas de 5-6 (-6.3) x 3.5-4 μm**Agaricus sp. 3**
- 19b Basidioma de tamaño grande (píleo >100 mm de diámetro).....21
21a Base del estípite subclavada, esporas de 6-7 x 3-4 μm , en selva alta caducifolia.....
.....**A. aff. arvensis**
21b Base del estípite cilíndrica, en bosque mesófilo de montaña o jardines subtropicales.....22
22a Contexto flavesciente, esporas de 5-7 x 3.5-4 μm**A. aff. subrufescens**
22b Contexto rubescente, esporas de 6-7 x 4-5 μm**Agaricus sp. 2**

13 Subgénero *Minores*, sección *Minores*

- 23a Basidioma con píleo <45 mm de diámetro.....24
24a Basidioma con olor a nuez, esporas de 5-6 x (2.5-) 3-4 μm , queilocistidios esferopedunculados o piriformes.....**A. aff. semotus**
24b Basidioma con olor inapreciable, esporas de 4-5 (-6) x 3-4 μm , queilocistidios clavados o piriformes, con uno o más septos.....**A. aff. xantholepis**
- 23b Basidioma con píleo >50 mm de diámetro.....25
25a Basidioma con olor dulce, esporas de 5-6 x 3-4 μm , queilocistidios clavados.....
.....**A. aff. brunneostictus**
25b Basidioma con olor fúngico, esporas de 4-5.5 x 3 μm con vacuolas de color café rojizo, queilocistidios esferopedunculados, capitados, clavados o piriformes.....**Agaricus sp. 4**

14 Subgénero *Minores*, sección *Laeticolores*

- 26a Basidioma de tamaño pequeño (píleo <80 mm de diámetro).....27
27a Estípite <50 mm de largo, queilocistidios esferopedunculados, algunos con septo, esporas de 6-7 x 3-4 μm**Agaricus sp. 5**
27b Estípite >50 mm de largo, queilocistidios esferopedunculados o piriformes, sin septo, esporas de 5-5.5 x 3.5-4 μm**A. aff. rufoaurantiacus**
- 26b Basidioma de tamaño grande (píleo >80 mm de diámetro),.....28
28a Estípite escamoso, queilocistidios piriformes, esferopedunculados o clavados, septados.....29
29a Esporas de 4.5-5 x 3-3.5 μm , hifas de pileipellis con contenido granular.....
.....**A. ficophilus**
29b Esporas de 5-7 x 3-4 μm , hifas de pileipellis hialinas.....**A. aff. martinicensis**
- 28b Estípite liso, queilocistidios piriformes o esferopedunculados, con o sin septo.....30
30a Velo parcial doble, grueso, esporas de 5.5-6 x 3.5-4 μm **Agaricus sp. 6**
30b Velo parcial simple, membranoso, esporas de 4.5-5 (-5.5) x 3 μm**Agaricus sp. 7**

15 Subgénero *Agaricus*, sección *Agaricus*

- 31a Estípite de 85 mm de largo, velo parcial membranoso, esporas de 6-7 (-8) x 3-4 μm***A. aff. altipes***
31b Estípite de 110-115 mm de largo, velo parcial frágil, esporas de 5.5-7 x 3-4 (-4.5) μm ..***Agaricus sp. 1***

16 Subgénero *Spissicaules*, sección *Subrutillescentes*

- 32a Estípite >90 mm de largo, contexto inmutable, KOH (+) virando a color oliváceo, esporas de 5.5-7 (-8) x 3.5-4.5 μm***A. subrutillescens***
32b Estípite <90 mm de largo, contexto que enrojece ligeramente al corte, KOH (-), esporas de 5.5-6.5 x 3-4 μm***Agaricus sp. 14***

17 Subgénero *Spissicaules*, sección *Rubricosi*

- 33a Base del estípite con rizomorfos, cambio de color del contexto a café amarillento, esporas de 5-6.5 x 3-3.5 μm***A. aff. diamantanus***
33b Base del estípite sin rizomorfos, cambio de color del contexto a rojizo, esporas de 6-7 x 3-4 μm **34**
 34a Píleo de 45-90 mm de diámetro, velo parcial simple, membranoso, queilocistidios eferopedunculados o piriformes.....***Agaricus sp. 8***
 34b Píleo de 18-39 mm de diámetro, velo parcial doble, peronado, queilocistidios cilíndricos a clavados.....***Agaricus sp. 9***

18 Subgénero *Pseudochitonina*, sección *Xanthodermatei*

- 35a Píleo de >80 mm de diámetro.....**36**
 36a Pileipellis con hifas de color café.....**37**
 37a Queilocistidios eferopedunculados o piriformes.....**38**
 38a Píleo con escamas que forman un patrón agrietado al centro, anillo grueso.....***A. tollocanensis***
 38b Píleo con escamas concéntricas de color café oscuro, anillo simple, membranoso.....***Agaricus sp. 9***
 37b Queilocistidios ausentes.....***A. aff. volvatulus***
 36b Pileipellis con hifas hialinas.....***A. xanthodermatei***
35b Píleo de <80 mm de diámetro.....**39**
 39a Cambio de color del contexto a café anaranjado, olor agradable a naranja.....
 ***A. aff. californicus***
 39b Cambio de color del contexto a rojizo o amarillento, olor ligero o agradable.....**40**
 40a Píleo de 77 mm de diámetro, velo parcial grueso, intermedio.....***Agaricus sp. 10***
 40b Píleo de 40-48 mm de diámetro, velo parcial simple, subapical.....***Agaricus sp. 11***

Descripciones taxonómicas

SUBGÉNERO *Agaricus*

Sección *Agaricus*

Agaricus aff. *altipes* (F.H. Møller) F.H. Møller, Sb. nár. Mus. Praze 7B(1): 12 (1951)

(Lámina 1 A-B)

Píleo de 60-120 mm de diámetro, convexo cuando joven a plano al madurar, de color blanquecino con escamas de color café claro a café oscuro; margen decurvado.

Láminas libres, de color café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso.

Estípite de *85 x 7 mm, cilíndrico, de color blanquecino y ligeramente fibrilloso hacia el ápice; base de *18 mm de diámetro, bulbosa, rizomorfos y cordones miceliares ausentes. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanquecino, superficie inferior pruinosa. **Contexto** carnoso, de color blanquecino, cambia a color a amarillo al maltrato. **Olor** a anís picante.

Esporas de 6-7(-8) x 3-4 μm ($Q = 1.5-2.2(-2.3)$, $\underline{L} = 6.9 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.8 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal.

Basidios de 16-20 x 6-8 μm , clavados, tetraspóricos, hialinos, algunos con contenido granular. **Queilocistidios** de 18-20 x 10-11 μm , piriformes, algunos con septo basal, contenido granular. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas de 5-10 μm de ancho, septos constreñidos, mezcladas con escasos elementos esféricos, **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas, de 3-4 μm de ancho, septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-*), KOH 5% (-)

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Rancho Santa Inés, km 1 a orillas de la carretera antigua Xalapa-Coatepec, marzo 12, 1990, *Chacón 4221*.

Discusión: El ejemplar coincide en gran parte con las descripciones de *Agaricus altipes* (Møller) Pilát de Kerrigan (1986) y Parra (2008), por ser una especie de tamaño mediano (píleo de 60-120 mm de diámetro), anillo con superficie inferior escamosa, cambio de coloración a amarillo, olor anisado o dulce. Microscópicamente, las esporas pueden o no presentar un poro germinal (registrado solo por Parra, 2008). Presenta basidios prácticamente idénticos en cuanto a medidas y forma. Respecto a los queilocistidios, en las descripciones revisadas estos no están presentes o son similares

a los basidios, lo cual coincide con lo encontrado en el material, pues fueron difíciles de hallar. Sin embargo, *Chacón 4221* presenta una complexión mucho más delgada (7 mm de ancho) que la presentada en las colectas de Kerrigan (1986; 2016) y Parra (2008) que van de 10 hasta 20 mm de ancho. En cuanto a las esporas, en el material revisado se encontraron unas más alargadas, con escasas cilíndricas, que no se presentan en *Agaricus altipes*. Es comúnmente encontrada en bosques de coníferas e, incluso en dunas costeras pero el ejemplar revisado proviene de bosque mesófilo de montaña. Por las anteriores diferencias *Chacón 4221* quedó como *affinis* a *A. altipes*. Esta especie ya ha sido reportada para el estado de Guerrero por Cifuentes *et al.* (1993) en bosque de coníferas (como *A. aestivalis*).

***Agaricus* sp. 1 (Lámina 1 C-D)**

Píleo de 45-110 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino con tonos rosáceos hacia el margen, con escamas fibrilosas de color café oscuro distribuidas en todo el píleo; margen decurvado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 2.5 a 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 110-115 x 7-11 mm, cilíndrico, de color blanquecino con tonos amarillentos irregularmente distribuidos; base de 15-20 mm de diámetro, bulbosa, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, delgado, de color blanquecino. **Contexto** carnoso, de color blanquecino. **Olor** agradable no definido.

Esporas de 5.5-7 x 3-4 (-4.5) μm (Q = 1.3-2, $\underline{\text{L}}$ = 6.2 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.45 μm), de ampliamente elipsoides a alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada de hasta de 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (13.5-) 14-17 (-18) x 6-7 μm , clavados a piriformes, bispóricos a ocasionalmente tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 15-22 (-25) x (6-) 7-10.5 (12) μm , piriformes a ligeramente esferopedunculados, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 4-6 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (-)

Hábitat: Solitario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1840 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Acajete, alrededores de Plan de Sedeño, camino a San Andrés Tlalnelhuayocan, julio 7, 1993, *Tapia 1092*.

Discusión: El material estudiado no coincide con ninguna de las especies de esta sección. *Agaricus cupreobrunneus* (Schäffer & Steer) Pilát en Kerrigan (1986) comparte

ciertas características como tamaño, coloración, complexión del estípote, anillo pequeño y frágil, pero no el cambio de coloración del contexto al corte: inmutable en *A. cupreobrunneus* y flavesciente en el material estudiado, base del estípote bulbosa en *Tapia 1092* y ligeramente bulboso en *A. cupreobrunneus*. Esporas de menor tamaño y sin poro germinal. En cuanto a su hábitat, *Tapia 1092* proviene de bosque mesófilo de montaña, no de pastizales. Por lo que, podría tratarse de una especie nueva para la ciencia, pero se deben hacer más recolecciones en el área para tener registro fotográfico y secuencia del ITS.

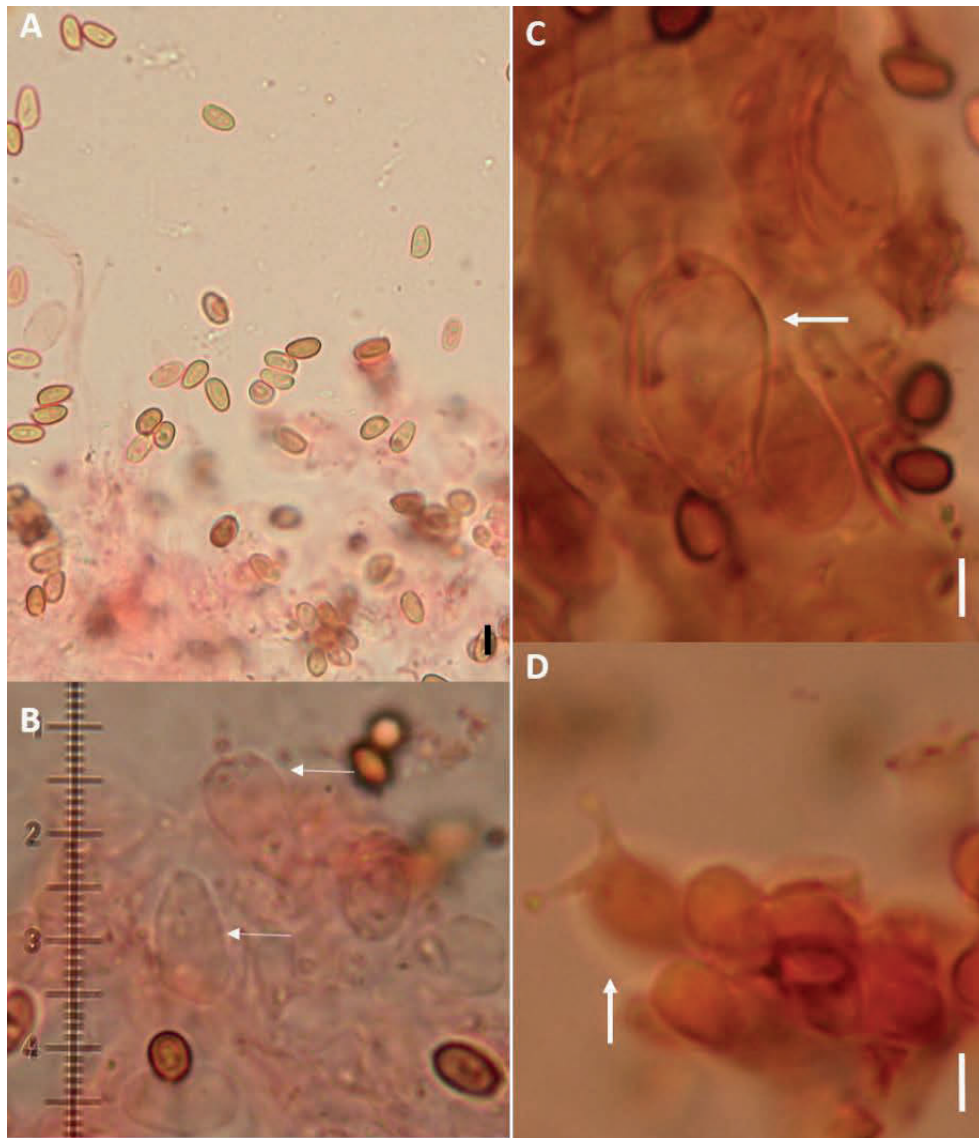


Lámina 1. Subgénero *Agaricus*, sección *Agaricus*. *A. aff. altipes* (*Chacón 4221*, XAL): **A.** Esporas. **B.** Queilocistidios piriformes. *Agaricus* sp. 1 (*Tapia 1092*, XAL): **C.** Queilocistidios piriformes. **D.** Basidio bispórico. Barra= 5 μ m.

SUBGÉNERO *Flavoagaricus*

Sección *Arvenses*

Agaricus* aff. *arvensis Schaeff., Fung. Bavar. Palat. Nasc. (Ratisbonae) 4: 310 (1774)
(Lámina 2 A-B)

Píleo de 65-118 mm de diámetro, convexo cuando joven a plano al madurar con el centro umbonado, de color blanquecino, con escamas fibrilosas concéntricas de color café claro; margen con borde aserrado. **Láminas** libres, de color blanquecino a rosado-gisáceo cuando joven a café chocolate al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 118 x 10 mm, subclavado, de color blanco manchándose de color amarillo al maltrato; base subclavada con micelio. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color crema. **Contexto** carnoso, de color blanco. **Olor** no registrado.

Esporas de 6-7 x 3-4 μm ($Q = 1.5-2$, $\underline{L} = 6.1 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.85 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 12-22 x 6-8 μm , clavados a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos con escasos trispóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 20-28 x 9-11 μm , catenulados constituidos por dos a tres elementos, algunos ligeramente esferopedunculados, septados o no, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas con contenido granular, afibuladas de 4-5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+*), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, húmico en selva baja caducifolia, a 50 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Cotaxtla, octubre 7, 1996, *Ramírez-Guillén 10*.

Discusión: Aunque el olor de esta colecta no se registró, la especie es claramente de la sección *Arvenses*, ya que es positivo a ambas reacciones, es flavescente y presenta queilocistidios catenulados.

Las descripciones de *Agaricus arvensis* presentada por Heinemann (1987), Breitenbach y Kränzlin (1995) y Albertó (1999), son coincidentes con los datos del ejemplar aquí estudiado. Aunque *Ramírez-Guillén 10* es de complejión más esbelta y las escamas del píleo son más oscuras. Microscópicamente las esporas de *Ramírez-Guillén 10* son más esbeltas (3-4 μm) que *A. arvensis* (3-5 μm), además, en las descripciones no observaron queilocistidios catenulados, sólo clavados a vesiculados, aunque

Heinemann (1987) no especifica su forma. Además, en el material estudiado no se registran escamas de velo universal en la superficie inferior del anillo con arreglo en forma de rueda dentada (Albertó, 1999), por lo cual el ejemplar permaneció como *affinis* a *A. arvensis*. Esta especie ya había sido citada para Veracruz por León y Guzmán (1980), entre otros.

***Agaricus aff. subrufescens* Peck, Ann. Rep. Reg. N.Y. St. Mus. 46: 25 (1894) [1893]
(Lámina 2 C-E)**

Píleo de 150-151 mm de diámetro, ligeramente embudado, con el centro umbonado o no, de color blanquecino con escamas concéntricas de color amarillo a café oscuro; margen con restos de velo universal, recto. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde aserrado o liso. **Estípite** de 150-210 x 12-20 mm, cilíndrico, de color blanquecino manchándose de amarillo al maltrato; base de 45 mm de diámetro, subbulbosa o bulbosa con bulbo, con rizomorfos o micelio. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanquecino, con la superficie superior lisa y la superficie inferior escamosa. **Contexto** carnoso, de color amarillo o café. **Olor** dulce a anís.

Esporas de 5-7 x 3-4 μm ($Q = 1.25-1.85$, $\underline{L} = 5.9 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.9 \mu\text{m}$), de anchamente elipsoides a elongadas, de color café a café amarillento, unigutuladas o no, con pared de 0.5 a 1 μm , sin poro. **Basidios** de (14-) 15-19 (-20) x 6-8 μm , clavados, ligeramente esferopedunculados, tetrapóricos, hialinos o con contenido granular. **Queilocistidios** de (14-) 17-36 (-41) x 7-17 μm , catenulados, con dos o tres elementos, esferopedunculados, piriformes, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 4-7 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario o solitario, terrícola o húmico en jardín de bambú o vegetación tropical, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, afuera del Parque Ecológico El Haya, junio 19, 2015, *Palestina-Villa 31*. Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, octubre 29, 1998, *Ramírez-Guillén 127*. Municipio de Papantla, zona arqueológica El Tajín, octubre 12, 2004, *Guzmán 36170*.

Discusión: Los materiales estudiados coinciden con la descripción de Kerrigan (1986) de *Agaricus subrufescens* Peck, debido a que presenta un porte más o menos igual, el píleo que puede ser convexo pero irregular, un velo parcial con la superficie inferior con escamas de color café, un estípite liso con rizomorfos en la base. Aunque el material estudiado presenta olor a anís dulce a diferencia de *A. subrufescens* que es de almendra, por lo cual se determinó como *affinis* a *A. subrufescens*. Es ligeramente parecido también a la descripción de Pegler (1983) de *Agaricus fiardii*, sobre todo por presentar un olor anisado y no a almendras, pero la forma del píleo no es campanulada y son de complejión más robusta, además las esporas, basidios y queilocistidios son de mayor tamaño.

Agaricus aff. heinemannianus Esteve-Rav., Belg. JI Bot. 131(2): 164 (1999) [1998]
(Lámina 2 F)

Píleo de *25-40 mm de diámetro, plano-convexo con el centro umbonado, de color blanquecino con escamas de color café amarillento; margen decurvado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 2 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de *95 x 8 mm, cilíndrico, de color blanquecino manchándose de color amarillo al maltrato; base de *15 mm de diámetro, bulbosa, con cordones miceliares. **Anillo** no registrado. **Contexto** de color blanquecino. **Olor** a anís.

Esporas de 5-7 x 3-4 μm ($Q = 1.5-2(-2.33)$, $\underline{L} = 5.85 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.6 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (12-) 13-18 x 6-7 μm , clavados a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 16-27 (-35) x 7-10 μm , catenulados constituidos por dos a tres elementos, con septo basal, hialinos o con contenido granular. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 2-4 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque tropical caducifolio, a 10 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Actopan, Reserva Ecológica La Mancha (CICOLMA), 30 km al NO de Ciudad Cardel, Carretera Veracruz-Nautla, octubre 1, 2004, *Gándara 959*.

Discusión: De acuerdo con la descripción original de *Agaricus heinemannianus*, el ejemplar estudiado concuerda con el tamaño del píleo, el tamaño de las esporas (5-7 x 3-4µm), presenta una base bulbosa con cordones miceliares, un olor anisado en fresco y, microscópicamente, queilocistidios catenulados (Cappelli, 2011b). Pero se distingue de esta por presentar una complexión más delgada y alta, otro color en el píleo sin fibrillas radiales de color vináceo en píleo ni estípite, además se encontró en una zona tropical, mientras que la especie fue descrita de dunas, desafortunadamente no se registraron las características del anillo y no se observan rastros de él en el material de herbario. Por lo cual, se determinó como *A. aff. heinemannianus*. Esta especie no se había registrado en México (Mata *et al.*, 2011).

***Agaricus* sp. 2 (Lámina 2 G-H)**

Píleo de *50-185 mm de diámetro, convexo a irregularmente plano, de color blanquecino a amarillento con escamas de color café rojizo; margen liso, recto. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde dentado. **Estípite** de *70-140 x 13-60 mm, cilíndrico, de color blanquecino, manchado de color amarillento en la base; base de 60 mm de diámetro, subbulbosa. **Anillo** súpero, simple, membranoso, con la superficie superior lisa y la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanco, se mancha de color rojizo en el centro y amarillo canario hacia el margen al exponerse, sobre todo en adultos. **Olor** fúngico. **Sabor** a almendras.

Esporas de 6-7 x 4-5 µm (Q = 1.4-1.75, \underline{L} = 6.8 µm, \underline{A} = 4.3 µm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1µm, sin poro germinal. **Basidios** de 18-24 (-25) x 7-8 µm, clavados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 20-34 x 9-12 µm, catenulados constituidos por hasta tres elementos globosos, también pueden ser esferopedunculados, piriformes, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-9 µm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas afibuladas de 5-8 µm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Parque Ecológico Francisco J. Clavijero, km 2.5 antigua carretera Xalapa-Coatepec, junio 13, 1986, *Montoya 606*.

Discusión: El material de estudio se ubicó inicialmente en la sección *Spissicaules* por presentar reacción Schäffer positiva, contexto rubescente en algunas partes y olor fúngico. Pero, debido al cambio de coloración a amarillo en el margen del contexto, su porte robusto, ambas reacciones positivas y queilocistidios catenulados se ubicó, conservadoramente, dentro del subgénero *Flavoagaricus*. Es similar a la descripción de *Agaricus augustus* (Breitenbach y Kränzlin, 1995) porque son de complejión robusta y similar en la apariencia general del basidioma, pero no se ha registrado contexto rubescente en *A. augustus*, por lo que la especie permaneció como sp.

***Agaricus* sp. 3**

Píleo de *44-72 mm de diámetro, plano convexo de color blanquecino; margen decurvado. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de *92-150 x 5 mm, cilíndrico, de color blanquecino; base bulbosa, rizomorfos ausentes. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanquecino, con la superficie superior lisa y la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanquecino, manchándose de color amarillo al maltrato. **Olor** a anís. **Esporas** de 5-6 (-6.3) x 3.5-4 μm (Q = 1.3-1.7, $\underline{\text{L}}$ = 5.8 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.8 μm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 0.8 μm , ocasionalmente mono o bigutuladas, sin poro germinal. **Basidios** de 14-20 x 6-7 μm , clavados a piriformes, tetraspóricos, hialinos o con contenido granular. **Queilocistidios** de (13-) 16-20 (-24) μm , piriformes, algunos con un septo intermedio, hialinos o con contenido granular. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-7 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas o de color amarillo claro, afibuladas de 5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 2206 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Huiloapan de Cuautémoc, localidad Cerro San Cristóbal, julio 17, 2016, *Palestina Villa 48*.

Discusión: Morfológicamente, el material estudiado es ligeramente similar a *A. ficophilus*, reportada por Heinemann (1961) para Trinidad y Tobago, pero el material

revisado presenta escamas debajo del anillo, la reacción Schäffer es positiva y no presenta crecimiento cespitoso. Aunque este ejemplar pudiera representar un nuevo registro para el país o incluso para la ciencia, es necesario realizar más colectas para así verificar los datos faltantes (la apariencia general del basidioma). Molecularmente, *Palestina-Villa 48* es un clado externo de *Agaricus reducibulbus* (KJ859129 y 30) de Estados Unidos (como se observa en las **Figuras 2 y 3**), con valores de soporte altos (Bpp=1, Mlb=98), comparten el 98.73% y 98.57% de similitud nucleotídica (8 y 10 diferencias). *A. guizhouensis* (KJ755656 y 58) de China, es su clado externo, comparten el 97.38% de similitud nucleotídica (17diferencias). Respecto a la descripción de *A. reducibulbus*, especie descrita por Kerrigan (2016) y con la que *Palestina-Villa 48* comparte el 98.73% de similitud nucleotídica, no son similares morfológicamente, ya que *A. reducibulbus* presenta un contexto que permanece inmutable, un olor a almendras y las esporas a veces presentan un poro apical rudimentario a diferencia de *Palestina Villa 48* que huele a anís, es flavescence y las esporas no tienen poro. Por lo anterior, se concluye que el material revisado es una nueva especie para la ciencia, se requiere en un futuro más recolectas en la zona y análisis filogenéticos más finos para robustecer esta hipótesis.

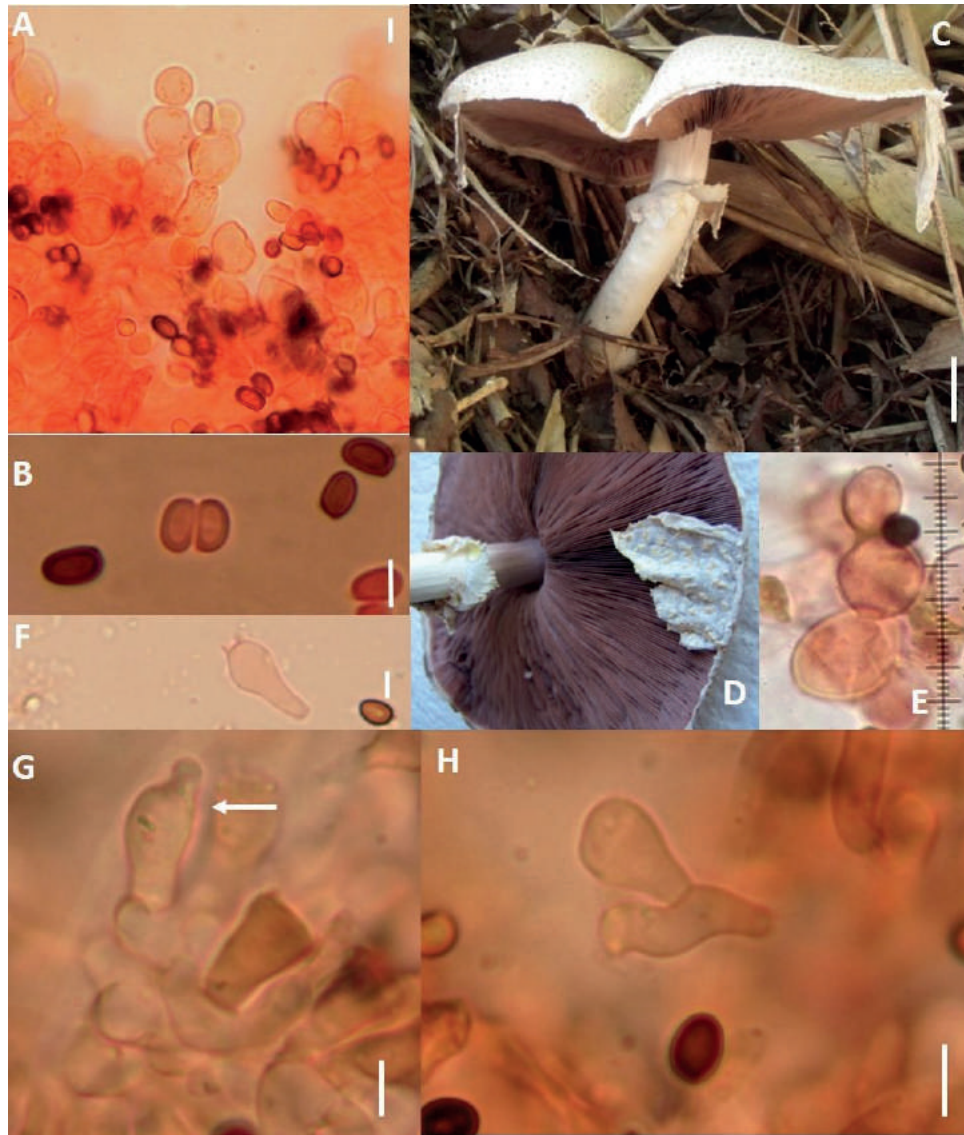


Lámina 2. Subgénero *Flavoagaricus*, sección *Arvenses*. **A.** *aff. arvensis* (Ramírez-Guillén 10, XAL): **A.** Queilocistidios catenulados. **B.** Esporas elipsoides. Barra= 5 μ m. **A. aff. subrufescens** (Palestina-Villa 31, XAL): **C.** Ejemplar entre hojarasca de bambú, se puede observar que el velo parcial es apendiculado, con restos en el margen del píleo (barra= 5 cm). **D.** Detalle de la superficie inferior del anillo, presenta escamas del velo universal. **E.** Queilocistidio catenulado (barra= 5 μ m). **A. aff. heinemannianus** (Gándara 959, XAL): **F.** Basidio bispórico (barra= 5 μ m). **Agaricus sp. 2** (Montoya 606, XAL): **G.** Cistidio capitado entre la línea de basidios **H.** Queilocistidio piriforme. Barra= 5 μ m.

SUBGÉNERO *Minores*

Sección *Minores*

Agaricus aff. semotus Fr., Monogr. Hymenomyc. Suec. (Upsaliae) 2(2): 347 (1863)

Píleo de *25mm de diámetro, plano-convexo con el centro umbonado, de color café rojizo formando un disco en el centro con escamas concoloras muy pequeñas, con

borde estriado; margen recto. **Láminas** libres, de color blanquecino cuando joven a café oscuro al madurar, de 2.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de *30 mm, cilíndrico, de color blanquecino con escamas de color blanco hacia abajo del anillo; base de 6 mm diámetro, bulbosa, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, de color blanco. **Contexto** de color blanquecino. **Olor** a nuez.

Esporas de 5-6 x (2.5-) 3-4 μm ($Q = 1.25-1.83$, $\underline{L} = 5.1 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.3 \mu\text{m}$), de ampliamente elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , uni o bigutuladas, sin poro germinal. **Basidios** de 16-25 x (6-) 7-8 μm , esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 14-30 x (6-) 7-10 μm , clavados, esferopedunculados o piriformes, con septo en la base, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3-6 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en zona tropical, a 200 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Santiago Tuxtla, privada del Soñador, junto al río, parte de atrás, julio 24, 2012, Y. Baeza 81.

Discusión: El material revisado es parecido a la descripción de *Agaricus comptuloides* Murril (Kerrigan, 1986): ambos presentan píleo, estípite y esporas de tamaño y forma similar, pero el material de estudio presenta queilocistidios. Asimismo, coincide con *Agaricus semotus* Fr. (Kerrigan, 1986; Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990) en el tamaño y ornamentación del píleo, estípite bulboso, pero sin rizomorfos, anillo simple, compuesto del velo parcial, estípite con escamas por debajo del anillo. Por lo cual esta especie se determinó como *Agaricus semotus*. Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes (1990) ya lo habían citado de zonas tropicales para los estados de México, Guerrero y Morelos, pero es el primer registro para el estado de Veracruz.

Agaricus* aff. *brunneostictus Heinem., Bull. Jard. bot. État Brux. 32: 159 (1962)
(Lámina 3)

Píleo de 50 mm de diámetro, umbonado, de color blanquecino con un disco central de color café oscuro; margen levantado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 2.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 50 mm, cilíndrico a subclavado, de color blanco; base no registrada. **Anillo** súpero, simple, delicado, de color blanco. **Contexto** de color blanco. **Olor** dulzoso no definido.

Esporas de 5-6 x 3-4 μm ($Q = 1.4-2$, $\underline{L} = 5.55 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.35 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 14-17 x 5-7 μm , clavados a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (12-) 15-20 (-28) x 7-8 μm , clavados a cilíndricos, hialinos. **Pileipellis** no registrado.

Reacciones químicas: Schäffer (+), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1350 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Parque Ecológico El Haya, julio 4, 2012, Castillo del Moral 71a.

Discusión: El material revisado es similar a la descripción realizada por Heinemann (1962c) de *Agaricus brunneostictus* en las medidas esporales y de basidios, aunque el ejemplar las presenta de mayor tamaño y los queilocistidios son más pequeños. La descripción original no menciona reacciones químicas. La recolecta no presenta base ni registra cambios de color. Si el material recolectado fuera *Agaricus brunneostictus*, este sería un nuevo registro para el país, desafortunadamente, carece de algunos caracteres fundamentales y de un registro fotográfico, por lo que es necesario realizar más recolectas.

Agaricus aff. xantholepis (Möller) Möller, Friesia 4(3): 204 (1952) (**Lámina 3 D**)

Píleo de *30-45 mm de diámetro, convexo con el centro umbonado, de color blanquecino con escamas concéntricas de color café oscuro o rojizo; margen decurvado. **Láminas** libres, de color café rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 2.2 mm de ancho, con borde marginado, fimbriado. **Estípite** *60-80 x 5 mm, cilíndrico, de color blanquecino grisáceo, manchándose de color amarillento; base de *10 mm de diámetro, bulbosa, con cordones miceliares. **Anillo** súpero, simple, de color blanco, con la superficie inferior lisa. **Contexto** de color blanco, se mancha de color café amarillento. **Olor** inapreciable. **Sabor** a almendras.

Esporas de 4-5 (-6) x 3-4 μm ($Q=1.25-1.66$, $\underline{L} = 5 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.35 \mu\text{m}$), de ampliamente elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (11-) 12-15 x 5-8 μm , piriformes, tetraspóricos, ocasionalmente monospóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (15-) 16-28 (-29) x 6-10 μm , cilíndricos, piriformes, clavados, con uno o más septos en la base, hialinos.

Superficie inferior del anillo con hifas hialinas, afibuladas de 4-6 μm , con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas de color café amarillento, afibuladas de 4-7 μm , septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Shäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Parque Ecológico El Haya, km 2.5 antigua carretera Xalapa Coatepec, octubre 5, 1986, *Montoya 901*.

Discusión: El espécimen examinado concordó con las descripciones de Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes (1990) y Cappelli (2011b) de *Agaricus xantholepis*, coincidiendo en las medidas de píleo, estípite y descripción macroscópica. Difiere ligeramente en la medida de basidios y queilocistidios, pero esta es por lo general variable en el género, *Montoya 901* presenta queilocistidios abundantes mientras que *A. xantholepis* no. La especie se encuentra en América (Niveiro y Albertó, 2013) y Europa (Cappelli, 1984; Arrillaga, 2004; Cappelli, 2011b). Se ha citado en México en bosque mesófilo de montaña (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990). Así como en bosques de coníferas (Arrillaga, 2004; Cappelli, 2011b). Este sería un nuevo registro para Veracruz. Pero se requieren más recolectas el área.

***Agaricus* sp. 4 (Lámina 3 D)**

Píleo de 72 mm de diámetro, plano-convexo, de color blanquecino con escamas concéntricas de color púrpura, siendo de color más oscuro al centro; margen estriado.

Láminas libres, de color café oscuro al maduras, de 2 mm de ancho, con borde fimbriado. **Estípite** de 65 x 7 mm, cilíndrico, de color blanco con escamas fibrilosas concoloras con el estípite, manchándose irregularmente en la base de color amarillento; base cilíndrica, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, de color blanco, con la edad se mancha de color café amarillendo. **Contexto** carnoso, de color blanquecino, se mancha de color amarillo. **Olor** fúngico fuerte.

Esporas de 6-9 (-10) X (3.5-) 4-6 μm ($Q=1.5-1.75=$, $\underline{L} = 7.15 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 4.27 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 15-20 x 6-7 μm , clavados a cilíndricos, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** 16-27 (-28) x (6-) 7-11 μm , esferopedunculados, capitados, clavados o piriformes, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas,

afibuladas de 3-6 μm de ancho, con septos constreñidos ampliamente. **Pileipellis** con hifas hialinas con grandes vacuolas de color café rojizo, afibuladas de 3-5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en cafetal, a 1200 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Coatepec, localidad "El Grande", mayo 15, 2001, *Jarvio 909*.

Discusión: *Agaricus* sp. 9 presenta grandes vacuolas con pigmento rojizo en las hifas del pileipellis, una característica poco común que concuerda con *A. endoxanthus* Berk. & Broome y *A. volvatulus* Heinem. & Gooss.-Font. (Chen *et al.*, 2016). Sin embargo, estas especies pertenecen a la sección *Xanthodermatei*, además presentan un píleo coloreado de tonalidades grisáceas con algunos agrietamientos a diferencia de *Agaricus* sp. 9 que presenta un píleo de color blanquecino con escamas de color púrpura oscuro. Conservadoramente se podría decir que este es un nuevo registro para el estado y/o país o, incluso una nueva especie para la ciencia, pero a falta de algunos datos en fresco, registros fotográficos y secuencia de ADN, se concluye que, aunque es un material con características poco comunes, es necesario conseguir más recolectas.

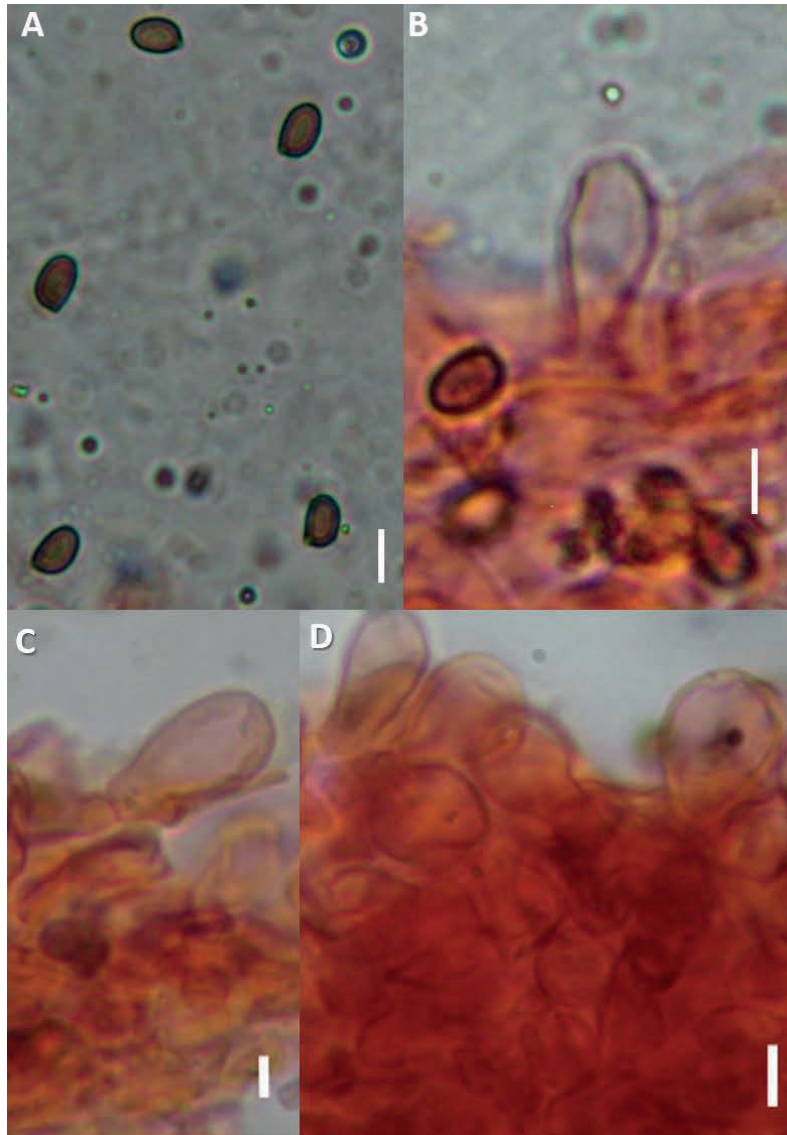


Lámina 3. Subgénero *Minores*, sección *Minores* **A.** *aff. brunneostictus* (Castillo Del Moral 71a, XAL): **A.** Esporas. **B.** Queilocistidio ampliamente clavado. *Agaricus aff. xantholepis* (Montoya 901, XAL): **C.** Queilocistidio piriforme. *Agaricus sp. 4* (Jarvio 909, XAL): **D.** Queilocistidios piriformes. Barra= 5 μ m.

Sección *Laeticolores*

Agaricus aff. martinicensis Pegler, Kew Bull., Addit. Ser. 9: 446 (1983) (**Lámina 4 A**)

Píleo de 44-93 mm de diámetro, plano-convexo, de color blanquecino con escamas membranosas concéntricas de color café rojizo; margen con restos de velo universal, decurvado. **Láminas** libres, de color café negruzco al madurar, de 1-3.5 mm de ancho, con borde liso o fimbriado, con lamélulas intercaladas. **Estípites** de 45-84 x 8 mm, subclavado, de color beige con tonalidades irregulares de color naranja, con escamas

fibrilosas concoloras con el estípite; base de *16 mm de diámetro, bulbosa, con rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, frágil o membranoso, de color blanquecino. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color naranja vináceo o rojizo al exponerse. **Olor** fúngico. **Sabor** a anís.

Esporas de 5-7 x 3-4 μm (Q = 1.25-1.75, \underline{L} = 5.25 μm , \underline{A} = 3.55 μm), de ampliamente elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 15-20 x (5-) 6-7 μm , clavados o cilíndricos, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 14-25 x 7-12 μm , vesiculados, esferopedunculados o piriformes, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3-8 μm de ancho, con septos sin constreñir.

Reacciones químicas: Shäffer (+*), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, húmico en cafetal con vegetación de bosque mesófilo de montaña, a 1000 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Coatepec, Ejido "Las Lomas" en Tres Puertas, octubre 18, 2000, *Jarvio 721*. Casa del Dr. Gastón Guzmán, agosto 8, 2007, *Guzmán 37078*.

Discusión: Los materiales revisados coinciden microscópicamente con la descripción que Pegler (1983) realizó de *Agaricus martinicensis*, debido a que presenta píleo con escamas concéntricas de color café, estípite escamoso, esporas de 5-6 μm de largo, aunque ligeramente más anchas, basidios y queilocistidios con medidas similares. Pero se distingue de esta porque no presenta un anillo con restos del velo universal, sino que es descrito como uno delgado, frágil y membranoso. Desafortunadamente, Pegler no registra el olor de la especie, el material estudiado presenta un olor fúngico con sabor a anís. Debido a que el anillo de *A. martinicensis*, que es un carácter de importancia taxonómica, no coincide con el material revisado, permaneció como *affinis* a esta, de no ser así, esta especie sería un nuevo registro para el país, pero se requieren más recolectas de esta especie para poder robustecer la descripción.

***Agaricus* sp. 5 (Lámina 4 B)**

Píleo de 18-52 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino con el centro de color vináceo y de tonos más claros hacia el borde, fibriloso; margen decurvado.

Láminas libres, de color café vináceo, de 1.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de

16-44 x 6 mm, cilíndrico, de color blanquecino, manchándose de color café claro al maltrato, con escamas concoloras; base de 8 mm de diámetro, subbulbosa, rizomorfos ausentes. **Anillo** súpero, simple, de color blanquecino. **Contexto** de color vináceo. **Olor** no registrado.

Esporas de 6-7 x 3-4 μm (Q=1.5-2, \underline{L} = 6.55 μm , \underline{A} = 3.85 μm), de elipsoides a alargadas, de color café, con pared de 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 14-20 x 7-9 μm , piriformes a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 23-35 x 12-17 μm , globosos, algunos septados, esferopedunculados mamelonados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-7 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 5-7 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Shäffer (+*), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, fimícola en bosque mesófilo de montaña, a 1640 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de San Andrés Tlalnelhuayocan, localidad de San Antonio Hidalgo, septiembre 1, 1999, *Jarvio 178*.

Discusión: El ejemplar revisado se encontró sobre estiércol en bosque mesófilo de montaña, es una especie fimícola como *Agaricus guachari* Calonge & Esteve-Rav., que habita sobre el estiércol de *Steatornis caripensis* Humboldt, un ave comúnmente denominada 'guácharo' en Venezuela (Calonge y Esteve-Raventós, 1998), sin embargo, se distingue de esta por no desarrollarse dentro de cuevas sino en bosque mesófilo de montaña, además es de menor tamaño macro y microscópicamente. Otra especie fimícola es *A. bisporus* que, de acuerdo con lo reportado por Kerrigan *et al.* (1995) se desarrolla sobre estiércol de caballo, sin embargo, se distingue de esta especie por tener basidios tetraspóricos y presentar ambas reacciones positivas. Se piensa que el material *Jarvio 178* puede ser una especie no descrita. Desafortunadamente, no se logró obtener la secuencia de este ejemplar, por lo que será necesario recolectar más especímenes para robustecer estos datos y lograr una determinación que integre datos morfológicos y moleculares.

***Agaricus* sp. 6 (Lámina 4 C-D)**

Píleo de *50-95 mm de diámetro, plano convexo con el centro umbonado, de color blanquecino con pequeñas escamas de color café; margen enrollado. **Láminas** libres,

de color café oscuro al madurar, de 2.5-4 mm de ancho, con borde fimbriado. **Estípite** de *95-110 x 8-12 mm, cilíndrico, de color blanquecino, con tonalidades rojizas en la parte superior; base de 18-20 mm de diámetro, bulbosa, rizomorfos ausentes. **Anillo** súpero, doble, grueso. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojo o café rojizo. **Olor** fúngico o agradable no definido.

Esporas de 5.5-6 x 3.5-4 μm ($Q= 1.5-1.71$, $\underline{L} = 5.9 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.9 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, unigutuladas, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 15-18 (-20) x (5-) 6-7 μm , piriformes a clavados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 15-42 x (7-) 9-15 μm , piriformes a ligeramente vesiculados, esferopedunculados, a veces con un septo, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 7-10 μm de ancho, con septos constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3-10 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Shäffer (+*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Cespitoso o gregario, terrícola en vegetación tropical, de 180 a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Papantla, Parque Ecológico Xanath, octubre 12, 2004, *Guzmán 36184*. Municipio de Xalapa, Jardín Botánico Francisco J. Clavijero, septiembre 11, 2007, *Murrieta 1035*.

Discusión: *Agaricus* sp. 6 es similar a la descripción de *A. sylvicola* (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990), sin embargo, se distingue de esta por mancharse de color más rojizo, por presentar basidios y queilocistidios más pequeños. Además, proviene de bosque de *Pinus-Quercus* entre los 2100 y 2700 msnm, a diferencia de *Agaricus* sp. 6 que se encontró en vegetación tropical, entre 180-1300 msnm. También es similar a *A. trinitatensis* (Heinemann, 1961) por presentar un píleo dentro del rango de medidas descrito, con escamas de color café, contexto no flavesciente, microscópicamente por presentar esporas dentro del rango de medidas, sin poro germinal. Pero se distingue de *Agaricus trinitatensis* por presentar una complexión más grande y delgada. Por lo que permaneció como sp., se requiere recolectar más ejemplares para obtener descripciones más robustas, registro fotográfico y secuencia de ITS.

***Agaricus* sp. 7 (Lámina 4 E)**

Píleo de 85 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino con escamas concéntricas; margen enrollado. **Láminas** libres, de color café oscuro, de 3.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 105 x 10 mm, cilíndrico, de color blanquecino, manchándose de color rojo al maltrato; base de 18 mm de diámetro, con rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, membranoso, con la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojo. **Olor** no registrado.

Esporas de 4.5-5 (-5.5) x 3 μm (Q= 1.5-1.66; \underline{L} = 4.78 μm , \underline{A} = 3 μm), de elipsoides a alargadas, de color café, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de 13-15 x 5.5-6 μm , piriformes, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (15-) 16-33 (-38) x (7-) 7.5-12 μm , esferopedunculados, clavados, piriformes, algunos de dos elementos, siendo el elemento terminal piriforme, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas con contenido granular, afibuladas de 3-5 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos.

Reacciones químicas: Shäffer (+), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en cafetal, a 1700 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Ixhuacán de los Reyes, localidad Coyopolan, octubre 04, 2015, *Palestina-Villa 43*.

Discusión: Este ejemplar se ubicó, conservadoramente dentro de la sección *Laeticolores* porque no presenta el cambio de color del contexto de la sección, sino que se mancha de color rojo en el estípite, desafortunadamente tampoco se registró el olor del ejemplar. Siguiendo las claves de Heinemann (1961, 1978) pertenece a la sección *Sanguinolenti* por el cambio de color del contexto, pero las especies de esta sección presentan ambas reacciones negativas. En conclusión, necesita reforzarse esta descripción obteniendo más recolectas del área debido a que los datos se vuelven confusos cuando falta un carácter importante para ubicar las especies en secciones como el olor.

Agaricus aff. rufoaurantiacus Heinem., Kew Bull. 15(2): 242 (1961) (**Lámina 4 F**)

Píleo de 31 mm de diámetro, plano umbonado, de color beige, con escamas de color café rojizo con el borde ligeramente ondulado; margen hacia arriba. **Láminas** libres, de color café claro cuando joven a café oscuro al madurar, de 1.5 mm de ancho, con el borde crenulado. **Estípite** de 51 mm, cilíndrico, de color blanquecino con escamas

flocosas concoloras con el estípite, con manchas irregulares en la base de color rojo; base bulbosa. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanco. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojo al maltrato. **Olor** ligero a nuez.

Esporas de 5-5.5 x 3.5-4 μm (Q=1.25-1.42, \underline{L} = 5.07 μm , \underline{A} = 3.80 μm), de ampliamente elipsoides a elipsoides, de color café oscuro, con pared engrosada, sin poro germinal.

Basidios clavados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (14-) 15-22 (-24) x (6-) 7-12 μm , piriformes a esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 5-9 μm de ancho, ocasionalmente elipsoides, septos constreñidos, algunos elementos terminales que son ligeramente esferopedunculados, cilíndricos o clavados. **Pileipellis** con hifas de color café, afibuladas de 5-7 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+?), KOH 5% (-)

Hábitat: Solitario, húmico, entre *Quercus oleoides*.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Emiliano Zapata, localidad de Cerro de Chavarrillo, octubre 11, 2016, *Cortés-Pérez 1813*.

Discusión: Morfológicamente, el ejemplar revisado es similar a *Agaricus rufoaurantiacus* (Heinemann, 1961), por presentar un píleo de color crema a beige con medidas dentro del rango, estípite escamoso por debajo del anillo, contexto rubescente. Queilocistidios piriformes dentro del mismo rango de medidas y reacción Schäffer difícil de observar. No obstante, a diferencia de *A. rufoaurantiacus*, *Cortés-Pérez 1813* presenta el píleo con escamas de color más oscuro, el estípite es más pequeño (51 mm, no 89-100 mm) y no presenta escamas de color rojizas sino blanquecinas, además las esporas son más grandes y las hifas de la pileipellis no presentan gotas anaranjadas, finalmente, el ejemplar no presentó crecimiento cespitoso sino solitario. Respecto a lo molecular, *Cortés-Pérez 1813* es un clado externo de *Agaricus* sp. (KM349611 y KM349612) de Estados Unidos, con valores de soporte bajos en Bpp (0.55%) y relativamente altos en Mlb (94) compartiendo entre ellos el 98.9% (6 diferencias) y 98.17% de similitud nucleotídica, respectivamente (10 diferencias). Otra especie cercana es *A. rufoaurantiacus* (KT951313) que en el análisis Bayesiano conforma un grupo externo de *Cortés-Pérez 1813* con valor alto de soporte (0.96), sin embargo, en el análisis de ML, se encuentra en el mismo clado con valores bajos de

soporte (51). Comparten el 97.98% de similitud (11 diferencias). Inicialmente, este material no se ubicó dentro de la sección *Laeticolores*, sobre todo por presentar reacción Schäffer dudosa, probablemente positiva y reacción KOH negativa, además que no hay una descripción detallada de la superficie inferior del anillo. Pero con la ayuda de los datos moleculares, logró ubicarse. Aunque está claro que el material estudiado es una especie muy cercana morfológica y molecularmente a *A. rufoaurantiacus*, presenta una amplia gama de diferencias, por lo que es ideal obtener más recolectas de la especie para conocer su variación.

***Agaricus ficophilus* Heinem., Kew Bull. 15(2): 241 (1961) (Lámina 4 G-J)**

Píleo de 115 mm de diámetro, plano convexo, de color marfil (4A2), con escamas fibrilosas de color café (6C6-7). **Láminas** libres, de color rosa (5A2) cuando joven, a café chocolate al madurar, de 3.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 90 x 11 mm, cilíndrico, de color marfil (4A2), con superficie lisa en la parte apical y con escamas algodonosas concoloras con el píleo hacia la parte media y base; base de hasta 11 mm de diámetro, subclavada. **Anillo** súpero, subapical, simple, membranoso, de color marfil (4A2), la superficie inferior con escamas de color café (6C6). **Contexto** carnoso, fibroso, concoloro a la superficie, se mancha de color café anaranjado al exponerse. **Olor** fúngico.

Esporas de 4.5-5 x 3-3.5 μm (Q= 1.28-1.66; $\underline{\text{L}}$ = 4.8 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.05 μm), de ampliamente elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 15-21.5 (-22.5) x 5-6.5 μm , clavados a cilíndricos, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (23-) 24-39 (-44) x 5-9 (-10) μm , multiseptados, siendo el elemento terminal piriforme, clavado o cilíndrico, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 6-12 μm de ancho, con septos constreñidos. **Pileipellis** con hifas con contenido granular de color amarillento, afibuladas de 4-6 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (+), KOH 5% (+), (-) en estípite

Hábitat: Solitario, terrícola en cafetal con vegetación de selva alta suberennifolia, a 460 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Misantla, localidad Cerro La Espaldilla, abril 13, 2014, *Villegas-Ríos 2928*.

Discusión: *Agaricus ficophilus* (Heinemann, 1961) se distingue por presentar densas escamas flocosas en píleo y estípite (del velo parcial hacia la base), superficie del estípite lisa del anillo hacia arriba (ver **lámina 4 H-I**) y anillo subapical con la superficie inferior escamosa, reacción Schäffer positiva (Heinemann, 1978). Microscópicamente presenta queilocistidios simples o septados y las hifas del pileipellis de color amarillentas. *Villegas-Ríos 2928* presenta un olor fúngico y no a anís intenso y esporas más pequeñas (4.5-5 x 3-3.5 μm) que las de la descripción original (5-6 (-6.5) x 3.2-4.2 μm). Es similar a *A. rufoaurantiacus* Heinem. (Heinemann, 1961), pero esta última presenta una complejión más delgada y pequeña, además presenta otra coloración en píleo y escamas del estípite. Molecularmente, *Villegas-Ríos 2928* está dentro del mismo clado que *A. aff. rufoaurantiacus* (JF797183) de Venezuela, pero comparten sólo el 94.5% de similitud nucleotídica, que equivale a 31 diferencias, el valor de soporte del clado es alto en Bpp (1) pero bajo en Mlb (67), no hay descripción morfológica para este taxón por lo que no pudo compararse. *Villegas-Ríos 2928* presenta mayor similitud nucleotídica a *A. aff. rufoaurantiacus* (Cortés-Pérez 1813) con 25 diferencias, pero morfológicamente, es de complejión más robusta, no presenta olor a nuez y el contexto cambia más bien a color café anaranjado, la siguiente especie más cercana es *A. rufoaurantiacus* (KT951313) de Estados Unidos (95.05%, 28 diferencias) que está ubicada en un clado hermano con muy bajo nivel de soporte (Bpp=0.65, Mlb=18). No existe una secuencia de *A. ficophilus* en la base de datos de GenBank, la especie fue descrita de bosque y entre raíces de *Ficus bengalensis* de Trinidad por lo que, en esta contribución se amplía su distribución, siendo la primera cita para México.

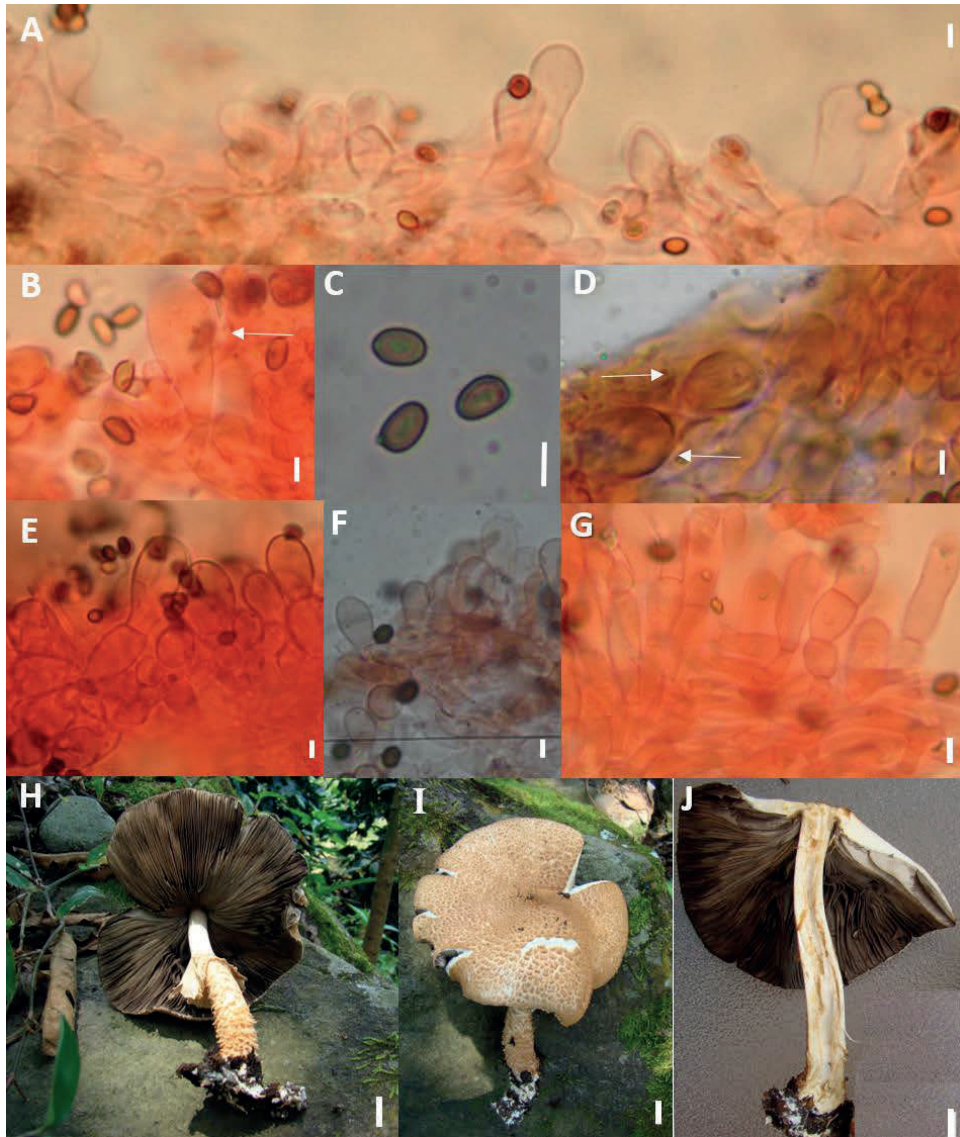


Lámina 4. Subgénero *Minores*, sección *Laeticolores*. **A.** *aff. martineciensis* (Jarvio 721, XAL): **A.** Borde laminar donde se aprecian queilocistidios ampliamente clavados (barra= 5 μ m). *Agaricus* sp. 5 (Jarvio 178, XAL): **B.** Queilocistidio ampliamente clavado (barra= 5 μ m). *Agaricus* sp. 6 (Guzmán 36184, XAL): **C.** Esporas sin poro germinal. **D.** Queilocistidios piriformes a globosos. Barra= 5 μ m. *Agaricus* sp. 7 (Palestina-Villa 43, XAL): **E.** Queilocistidios compuestos por dos elementos piriformes (barra= 5 μ m). *Agaricus* *aff. rufoaurantiacus* (Cortés-Pérez 1813, XAL): **F.** Queilocistidios piriformes y ampliamente clavados (barra= 5 μ m). *A. ficophilus* sp. (Villegas-Ríos 2928, FCME): **G.** Queilocistidios cilíndricos, clavados, ovoides (barra= 5 μ m) **H.** Vista inferior del basidioma, donde se observa el estípite recubierto de escamas flocosas (barra= 5 cm) **I.** Vista superior del basidioma (barra= 5 cm) **J.** Corte longitudinal del basidioma (barra= 5 cm).

SUBGÉNERO *Pseudochitonía*

Sección Bivelares

Agaricus aff. subperonatus (J. E. Lange) Singer, Lilloa 22: 432 (1951) [1949] (**Lámina 5**)

Píleo de *65 mm, convexo cuando joven a plano convexo al madurar, de color blanco, liso; margen levantado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípites** de *70 x 9-10, subclavado, de color grisáceo con tonos de color rojo vináceo, fibroso; base de 14 mm diámetro, con bulbo extremadamente hendido, parecido a volva, rizomorfos ausentes. **Anillo** súpero, simple, membranoso, con la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanquecino, permanece inmutable. **Olor** un poco a yodo.

Esporas de 6 x 3-4 ($Q=1.5-2$, $\underline{L} = 6 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.9 \mu\text{m}$) de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, unigutuladas o no, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 15-20 x 6-7 μm , piriformes, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (36-) 40-54 (-65) x (6-) 7-8 (-9) μm , con uno o dos septos, siendo el elemento terminal cilíndrico, clavado o piriforme, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 3-5 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3-5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-*), KOH 5% (-*)

Hábitat: Gregario, terrícola en pastizal artificial con caballos, entre bambús, a 1350 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, km 6. Antigua carretera Xalapa a Coatepec, frente al antiguo basurero municipal, ahora campo de fútbol, agosto 20, 2005, *Guzmán 36324*.

Discusión: El material de estudio podría ubicarse en la sección *Agaricus* por presentar ambas reacciones negativas, anillo doble con superficie inferior escamosa y contexto inmutable, pero presenta queilocistidios abundantes. Es similar a la descripción de *A. volvatulus* (Bandala y Montoya, 1993) por el olor a yodo, la base tipo volva y el anillo grueso doble, pero el contexto es inmutable al corte y es negativo al KOH. Por otro lado, es similar a *A. subperonatus* (Parra, 2008) en cuanto a las características del hábitat (pastizales), anillo con superficie inferior escamosa, tamaño de las esporas, forma y abundancia de queilocistidios. Sin embargo, no se mancha de color rosáceo, el

píleo no tiene escamas de color café rojizo y tiene una complexión más delgada. Por lo anterior que el material permaneció como affinis.

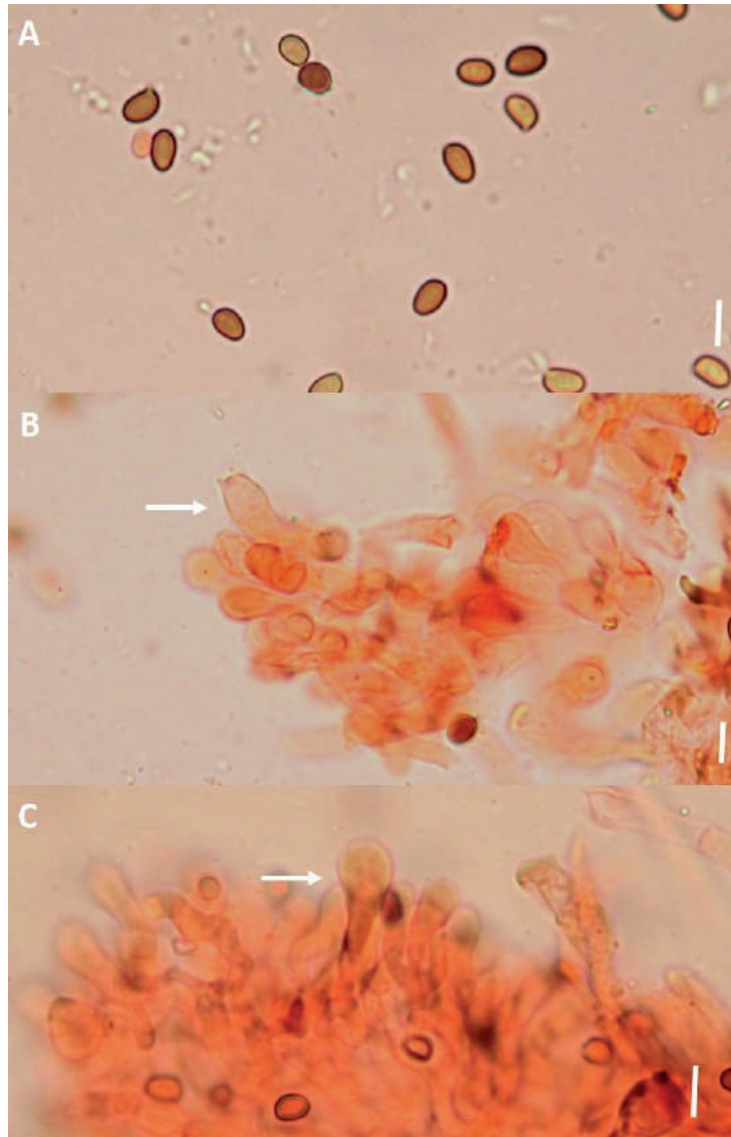


Lámina 5. Subgénero *Pseudochitonina*, sección *Bivelares*. A. aff. *subperonatus* (Guzmán 36324, XAL): **A.** Esporas. **B.** Basidios. Barra= 5 μ m. **C.** Queilocistidios esferopedunculados (barra= 10 μ m).

Sección *Rubricosi*

Agaricus* aff. *diamantanus Pegler, Kew Bull., Addit. Ser. 9: 439 (1983) (**Lámina 6**)

Píleo *55 mm de diámetro, campanulado, de color beige con escamas de color café rojizo con el borde desgarrado, con restos de velo universal; margen decurvado.

Láminas libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 2 mm de ancho con el borde liso, con lamélulas intercaladas. **Estípite** de *110 x 3 mm, cilíndrico,

de color blanquecino, cubierto casi por completo por manchas de color amarillento a café con escasas escamas concoloras con el estípite; base subbulbosa, con rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, membranoso, con la superficie superior lisa, y la superficie inferior con escamas concéntricas, sólo en el borde, de color amarillento. **Contexto** carnoso, de color blanquecino, se mancha de color café anaranjado al exponerse. **Olor** no registrado.

Esporas de 5-6.5 x 3-3.5 μm (Q= 1.66-2; \underline{L} = 5.4 μm , \underline{A} = 3.03 μm), alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de 16-21 (-25) x 6-7 (-8) μm , clavados a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, ocasionalmente trispóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (15-) 17-26 (-29) x 9-14 μm , piriformes a esferopedunculados, ocasionalmente con dos elementos, siendo el elemento terminal piriformes, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas, de 5-9 μm de ancho, con septos constreñidos. **Pileipellis** con hifas de color café, afibuladas de 6-3 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-?), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1800 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Acajete, localidad Mesa de la Yerba, junio 29, 2016, *Cortés-Pérez 1553*.

Discusión: Debido a que no se registró el olor en fresco, este ejemplar podría ser ubicado en el subgénero *Pseudochitonina* o en el subgénero *Spissicaules*. Tampoco se registró el cambio de color, aunque se tiene una foto del ejemplar, con lo que se puede observar un estípite de color café anaranjado. Es similar a *Agaricus diamantanus* Pegler (Pegler, 1983), pues presenta el píleo cubierto por escamas fibrillosas y un fondo de color más o menos anaranjado, tiene restos apendiculados de velo universal y estípite con la misma coloración avellana. Pero el estípite del material estudiado es de compleción más delgada y alargada, la forma de las esporas no es ovoide sino elipsoides, son más alargadas y es positivo al KOH. *Cortés-Pérez 1553*, se encuentra en el mismo clado con *Agaricus* sp. (JF727851) que proviene de la Martinica con valores altos de soporte (Bpp=1, Mlb=92) presentando el 98.28% de similitud nucleotídica (11 diferencias). Esta secuencia se encuentra en el artículo de Zhao *et al.* (2016) y está determinada como *A. magnivelaris*. Juntos constituyen un clado hermano

de especies no identificadas de Australia (JF495044 y 45) con valores de soporte altos en Bpp (1) aunque bajos en Mlb (54). La secuencia de *A. diamantanus* no se encuentra en GenBank, debido a lo cual, esta especie permanecerá como *affinis* ya que presentó similitudes importantes con la especie, pero se necesitan más recolectas para robustecer la información, de ser correcta la hipótesis, este sería un nuevo registro para el país.

Agaricus aff. trinitatensis R.E.D. Baker & W.T. Dale, Mycol. Pap. 33: 84 (1951)

Píleo de 45-90 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino con escamas en el centro de color café oscuro; margen decurvado. **Láminas** libres, de color café rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, con borde liso. **Estípite** cilíndrico, de color blanquecino con coloración rosácea en el ápice; base bulbosa. **Anillo** súpero, simple, membranoso, adherido al estípite. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojizo al exponerse. **Olor** agradable no definido.

Esporas de 6-7 x 3-4 μm (Q=1.5-2, $\underline{\text{L}}$ = 6.3 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.7 μm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal.

Basidios de 15-20 (-21) x 6-8 (-9) μm , piriformes, tetraspóricos, hialinos.

Queilocistidios de 15-17 (-19) x (6-) 12 μm , esferopedunculados a piriformes, hialinos.

Superficie inferior del anillo con hifas hialinas, afibuladas de 3-6 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3-12 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Instituto de Ecología, octubre 20, 2004, *Murrieta 1003*.

Discusión: El material estudiado coincide con la descripción de *Agaricus trinitatensis* (Heinemann, 1961) por presentar un píleo dentro del rango de medidas descrito, con escamas de color café, contexto no flavesciente, asimismo, microscópicamente por presentar esporas dentro del rango de medidas, sin poro germinal. No se encontró la descripción original de *A. trinitatensis* que es necesaria para lograr comparar todos los caracteres y no sólo los que menciona Heinemann (1961), además, es necesario

recolectar más ejemplares de la misma especie para tener una secuencia del ITS y así robustecer la información.

***Agaricus* sp. 8**

Píleo de 18-39 mm de diámetro, plano convexo con el centro ligeramente umbonado, de color blanquecino, liso; margen decurvado. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar; con borde liso. **Estípite** de 40-55 mm, cilíndrico, de color blanquecino, liso; base subbulbosa, sin rizomorfos. **Anillo** intermedio, grueso, subapical, peronado. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojo al exponerse. **Olor** a almendra.

Esporas de 6-7.5 (-8) x 3-4 μm ($Q = 1.5-2.16$; $\underline{L} = 6.55 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.61 \mu\text{m}$), de elipsoides a cilíndricas, de color café oscuro, uni o bigutuladas, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (19-) 20-23 x 6-7 μm , (19) 20-23 x 6-7 μm , ligeramente piriformes, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (25-) 27-33 (-34) x 5-7 μm , cilíndricos a clavados, algunos de dos elementos, siendo el elemento terminal clavado o ligeramente capitado, hialinos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 3.5-5 μm de ancho, con septos constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en jardinera, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, cerca de la facultad humanidades de la Universidad Veracruzana, junio 11, 2015, *Medel 11-06-2015*.

Discusión: Es similar a *Agaricus edulis* (Heinemann (1961), pero se distingue de esta por no presentar un anillo similar a una volva, por presentar queilocistidios hialinos, en su mayoría cilíndricos y no lanceolados o flexuosos. También es similar a *A. denisii* (Pegler, 1983) por presentar un basidioma pequeño y delgado, pero se distingue de esta ya que presenta un anillo grueso intermedio y no presenta una pileipellis conformada por elementos cilíndricos. Esta especie no logró determinarse ni tampoco se obtuvo su secuencia del ITS.

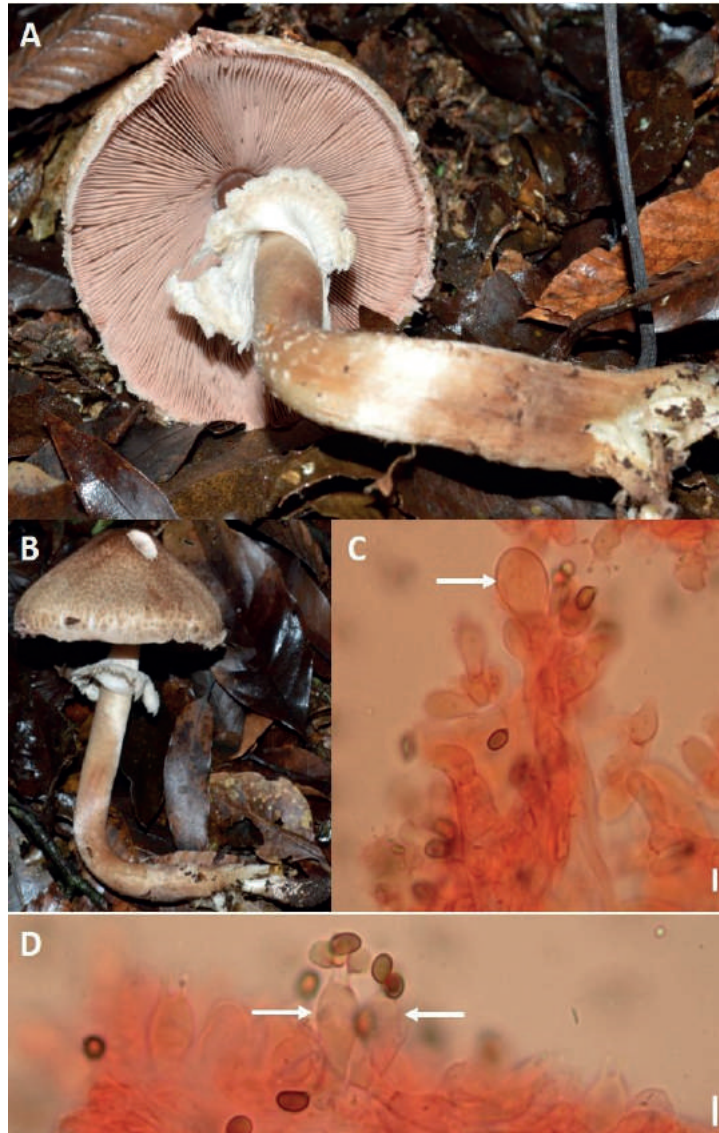


Lámina 6. Subgénero *Pseudochitonina*, sección *Rubricosi*. A. aff. *diamantanus* (Cortés-Pérez 1553, XAL): **A.** Detalle de la superficie inferior del velo parcial en cuyo borde se observan con algunas escamas procedentes del velo universal. **B.** Basidioma entre hojarasca. **C.** Queilocistidio piriforme. **D.** Basidios trispóricos. Barra= 5 μ m.

Sección *Sanguinolenti*

Agaricus benesii (Pilát) Pilát, Sb. Nár. Mus. Preze 7B (1):56 (1951)

Píleo de *55 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino, con escamas concéntricas de color pardo; margen decurvado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 2 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** 45 x 6 mm, cilíndrico, de color blanco, liso, manchándose irregularmente de color vináceo al maltrato; base de 10 mm

de diámetro, bulbosa. **Anillo** súpero, doble, grueso, de color blanco, con la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanquecino. **Olor** fuerte, agradable no definido.

Esporas de 6-8 (-9) X 4-5 μm (Q=1.4-1.75, \underline{L} = 6.56 μm , \underline{A} = 4.16 μm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 18-25 x 6-7 (-8) μm , clavados a ligeramente esferopedunculados, bispóricos y tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 20-35 (-40) x 5-7 μm , multiseptados constituido por dos a cuatro elementos, siendo el elemento terminal piriforme o clavado, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 5-9 μm de ancho, con septos constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, con paredes de color café, afibuladas de 6-7 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (-)

Hábitat: Solitario, aridícola en jardín con vegetación del bosque mesófilo de montaña, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Coatepec, Casa del dr. Gastón Guzmán, congregación de Zoncuantla, camino real Xalapa a Coatepec, *Guzmán 38080*.

Discusión: El material estudiado claramente pertenece a la sección *Sanguinolenti*, concuerda con la descripción de *Agaricus benesii* (Pilát) Pilát (Kerrigan, 1986), por presentar píleo con escamas concéntricas de color café sobre un fondo blanquecino, el tamaño del píleo en la descripción de Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes (1990, como *A. squamulifer* var. *caroli*), asimismo el estípote que se mancha de rojo, con base bulbosa, un anillo grueso y microscópicamente, los queilocistidios tienen la misma forma. Sin embargo, *Guzmán 38080* tiene el estípote liso mientras que en las descripciones presenta escamas blanquecinas en la parte inferior provenientes del velo universal. Además, no se sabe si el anillo tiene un arreglo en forma de dientes radiales o no, lo que sí es indicado en *A. benesii*. Las esporas son más grandes en el material estudiado (6-8 x 5 μm , no 5.1-5.6 x 3.7-4.1 μm), los basidios y queilocistidios son de mayor tamaño y se encontraron algunos bispóricos entre los tetraspóricos. Esta especie ya ha sido citada de bosque mesófilo de montaña para los estados de Guerrero y el Estado de México (como *A. squamulifer* var. *caroli* en Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990), pero sería el primer registro para Veracruz.

Sección *Xanthodermatei*

Agaricus* aff. *volvatulus Zhao, Phytotaxa 257 (2) (2016) (Lámina 7 A-D)

Píleo de 80 mm de diámetro, convexo cuando joven a plano convexo al madurar, de color crema, con escamas concéntricas fibrilosas de color café oscuro; margen recto.

Láminas libres, de color crema cuando joven a café oscuro al madurar, de 5 mm de ancho, con borde liso a denticulado. **Estípite** de 90 x 11 mm, cilíndrico, de color blanquecino, con la superficie lisa de apariencia sedosa; base de 9 mm de diámetro, subclavada, con dos rizomorfos delgados. **Anillo** simple, membranoso, con la superficie inferior algodonosa, de color blanquecino. **Contexto** fistuloso, de color crema, se mancha de color amarillo muy tenue al exponerse. **Olor** a tinta china.

Esporas de 5-6 x 3 μm ($Q=1.66-2(-2.33)$, $\underline{L} = 5.71 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, unigutuladas o no, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (16-) 17-22 (-24) x 5-6.5 (-7) μm , ampliamente clavados, tetraspóricos, hialinos o algunos con contenido granular. **Queilocistidios** ausentes. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 3-6 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas de color café, afibuladas de 5-10 μm de ancho, redondeadas, con septos muy constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, húmico, entre *Quercus*, bosque mesófilo de montaña perturbado, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Parque Ecológico el Haya, junio 14, 2016, *Palestina-Villa 44*.

Discusión: El material revisado es similar a *Agaricus volvatulus* (Bandala y Montoya, 1993) por presentar el mismo tamaño en píleo y estípite, anillo membranoso con superficie inferior algodonosa y por presentar pequeños rizomorfos en la base del estípite, se distingue de esta porque no presenta píleo campanulado y no presenta la base tipo volva que es bulboso-marginada, no se registraron coloraciones café-rojizas por lo que el material permaneció como *affinis*. También es similar a *A. melanocapus* (Zhou et al., 2016), ya que presenta píleo con escuámulas finas de color café oscuro, más densas en el centro, láminas de 5mm de ancho con borde liso, estípite de las mismas medidas (90x11mm), cilíndrico, con base bulbosa que se mancha de amarillo,

crece de manera solitaria. Sin embargo, el píleo es más grande en *Palestina-Villa 44*, el anillo se compone de una sola capa y las esporas son de mayor tamaño y alargadas. Molecularmente, *Palestina-Villa 44* se encuentra en un clado junto con *Agaricus* aff. *volvatus* (JF727848) de Martinica, pero los valores de soporte son relativamente bajos de (Bpp=0.85, Mlb=58), compartiendo el 98.74% de similitud nucleotídica (8 diferencias). Es un clado hermano de *Agaricus* sp. (JF514527) de Tailandia, con el que comparte el 99.08% de similitud nucleotídica (6 diferencias), siendo esta secuencia la más similar. Asimismo, es un clado hermano de *A. melanocapus* (KM657881, NR_145007) de China, el cual presenta altos valores de soporte (Bpp=1, Mlb=100), habiendo 11 diferencias nucleotídicas con *Palestina-Villa 44* (98.48% de similitud). Aunque no se pudo comparar la morfología de *Agaricus* sp. (JF514527) y *A.* aff. *volvatus* (JF727848) con el material estudiado debido a que no están disponibles las descripciones, es claro son especies cercanas. Debido a que provienen de China y Tailandia, dentro de otra región biogeográfica, de primera instancia se pensó que podría tratarse de una especie introducida, pues es un fenómeno que reportado por Vellinga *et al.* (2009) para los hongos ectomicorrízicos y Kerrigan *et al.* (1998) para *A. bisporus*. Además, *Palestina-Villa 44* crecía dentro del Parque Ecológico el Haya en una zona perturbada con especies del bosque mesófilo de montaña y la similitud nucleotídica es alta, pero se requiere un análisis de la secuencia más fino ya que, de no ser introducida, podría ser una especie no descrita.

***Agaricus* sp. 9 (Lámina 7 E)**

Píleo de 80-83 mm de diámetro, plano convexo, de color blanquecino, con escamas concéntricas de color café oscuro; margen recto. **Láminas** libres, de color rosa pálido, de 2.5 a 3 mm de ancho, con lamélulas intercaladas, con borde liso. **Estípite** de 75 x 15 mm, cilíndrico, de color blanquecino manchándose de color amarillo al maltrato; base de 20 mm de diámetro, con bulbo emarginado, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanquecino, con la superficie inferior escamosa. **Contexto** carnoso, de color blanquecino, se mancha de color amarillo intenso al exponerse. **Olor** a cloro.

Esporas de 5-6 (-7) x 3-4 μm (Q=1.5-2, \underline{L} = 5.7 μm , \underline{A} = 3.27 μm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, unigutuladas o no, con pared engrosada de hasta

0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (11-) 11.5-18 (-19) x (5-) 6-7 (-8) μm , piriformes a cilíndricos, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (11-) 14-26 (-27) μm , esferopedunculados a piriformes, algunos con un septo, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas o de color amarillento, afibuladas de 4-8 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos. **Pileipellis** con hifas de color café amarillento, afibuladas de 4-5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-*), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en jardín o bosque tropical caducifolio, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, USBI, junio 21, 2015, *Paletina-Villa 32*. Municipio de Paso de Ovejas, localidad Mata Mateo, julio 13, 2005, *Medel 971b*.

Discusión: El material examinado coincidió con la descripción de *Agaricus phaeolepidotus* (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990), pues presenta mismas medidas en píleo y estípite, además el píleo tiene coloración rosácea con centro café oscuro, el contexto se mancha de amarillo, posee mismas medidas en esporas y queilocistidios.

Sin embargo, difiere ligeramente en la medida de basidios, además, el material revisado se encontró en un hábitat completamente diferente, además el material revisado carece de escamas arregladas en un círculo dentado en la superficie inferior del anillo como las describen Zhou *et al.* (2016). Tampoco se registra la coloración amarilla ligera seguida de una coloración rosa pálido cuando se corta el contexto como las que mencionan Kerrigan *et al.* (2005). Esta especie se encuentra en Europa (Cappelli, 1984; Zhao *et al.*, 2011) y ha sido citada para México (Mata *et al.*, 2011), desafortunadamente carece de datos moleculares y, debido a sus amplias diferencias, permanecen como sp.

Agaricus aff. californicus Peck, Bull. Torrey Bot. Club 22:203 (1895) (**Lámina 7 F-G**)

Píleo de 28-45 mm de diámetro, plano convexo a plano, de color crema, con pocas escamas concéntricas de color café claro; margen recto a decurvado. **Láminas** libres, de color café grisáceo a café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde fimbriado. **Estípite** de 35-40 x 3 mm, cilíndrico, de color crema, liso, manchándose irregularmente de color amarillento y naranja; base cilíndrica, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, delicado, de color blanquecino, con ambas superficies lisas. **Contexto** carnoso, de color blanquecino. **Olor** agradable, a naranja.

Esporas de 5-6.5 x 3-4 μm (Q= 1.5-2; \underline{L} = 5.95 μm , \underline{A} = 3.3 μm), de elipsoides a alargadas, de color café oscuro, unigutuladas, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de (13.5) 14-19 (-20) x (5.5-) 6-8 μm , clavados a piriformes, tetraspóricos, hialinos, ocasionalmente con poco contenido granular. **Queilocistidios** de (27-) 27.5-45 (-46) x 6-10 (-11) μm , clavados, algunos multiseptados, siendo el elemento terminal piriforme, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 5-7.5 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas con vacuolas de color café, afibuladas de 3-5 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola sobre madera en descomposición en parque, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Parque Hundido, 19°31'5"N, 96°53'32"O, junio 17, 2016, *Palestina-Villa 46A*.

Discusión: El material aquí revisado se ubicó primeramente en la sección *Spissicaules* debido a que no presentó olor a fenol, tinta china o yodo, sino un olor dulce, como a naranja. Las secuencias de *Agaricus californicus* provenientes de México (en Callac y Mata, 2004) no presentan la descripción morfológica, pero revisando la descripción original, el material aquí revisado presenta un menor tamaño en píleo y estípite, sin ornamentaciones en el píleo, la original menciona que tiene escamas o fibrillas de color púrpura. En cuanto a las esporas, los ejemplares revisados por Kerrigan *et al.* (2005) las presentan mucho más anchas (5.1–6.4 x 3 4.1–5.1 mm) que las de *Palestina-Villa 46A* (5-6.5 x 3-4 μm). Además, no presentó olor fenólico como mencionan Kerrigan *et al.* (2005) sino uno dulce a naranja. Molecularmente, el ejemplar de *Palestina-Villa 46A* es un clado externo de *A. californicus* de USA, California (AY484679, DQ182509, KJ609490, KJ609491, AF482830) y México, Tlaxcala (AY899265), con los que comparte el 99.3% de similitud nucleotídica (5 diferencias), sin embargo, con *A. californicus* (AY484679) comparte sólo el 93.75% de similitud (17 diferencias), el clado que las une presenta valores altos de soporte de Bpp (0.98) aunque considerablemente más bajos en MLb (68). El clado hermano de estas incluye a *A. xanthodermulus* (NR_119528, KP229416 y KP229417) y *A. laskibarii* (AY943975) con un alto nivel de soporte (Bpp=1, MLb=94). Cabe resaltar que estas dos especies tienen 15 diferencias con *Palestina Villa 46A*, menos de las que presenta *A. californicus* (AY484679). En

conclusión, las características del material revisado fueron confusas y difíciles de determinar. Aunque la secuencia del ITS muestra que es una especie muy cercana a *A. californicus*, permanece como *affinis* por las diferencias bioquímicas que presenta. Es recomendable seguir recolectando en el área cercana para obtener más datos acerca de esta especie.

Agaricus tollocanensis Callac y Mata, Documents mycologiques 33:132 (2004)
(Lámina 7 H-J)

Píleo de 82 mm de diámetro, convexo cuando joven a plano convexo al madurar, de color blanquecino con escamas concéntricas de color café oscuro, formando un patrón agrietado al centro; margen decurvado. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 5.5 mm de ancho, con borde marginado y liso. **Estípite** de 63 mm x 9 mm, cilíndrico, de color blanquecino, con superficie lisa, con apariencia sedosa; base de 20 mm de diámetro, emarginada, parecido a volva, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, simple, grueso, de color blanquecino, con la superficie inferior lisa, y la superficie superior algodonosa. **Contexto** fistuloso, de color blanquecino, se mancha de color amarillo al exponerse. **Olor** a cloro.

Esporas de (4.5) 5-6 x 3-3.5 μm ($Q=1.5-2$, $\underline{L} = 5.36 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.04 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de 16-18 x 6-8 μm , clavados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 15-18 x 7-7.5 μm , piriformes a ligeramente capitados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, ocasionalmente con contenido granular, afibuladas de 5-11 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas con contenido de color café, afibuladas de 3-7 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en jardín con bambú, a 1350 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, USBI, junio 17, 2016, *Medel 17-06-2016*.

Discusión: *Agaricus tollocanensis* (Callac y Mata, 2004) se caracteriza por tener píleo con escamas concéntricas de color café grisáceo, estípite con base que termina abruptamente en bulbo y anillo con gúttulas coloreadas de color café, microscópicamente presenta esporas de 5.7 x 4.1 μm El material revisado posee

esporas ligeramente más angostas, base hendida, parecida a volva y crece entre hojarasca de bambú. *Medel* 17-06-2016 se encuentra como clado externo de *A. tollocanensis* (AY703912 y AY703913) de Toluca, presentando altos valores de soporte (Bpp=1, Mlb=99) y compartiendo el 99.31% de similitud nucleotídica (5 diferencias). El clado hermano pertenece a *A. pocillator* (FJ596842, 43, 44 y 45) con valores de soporte altos (Bpp=1, Mlb=96). Es el primer registro de la especie en el estado de Veracruz, ampliando su distribución ya que se conocía sólo del estado de México.

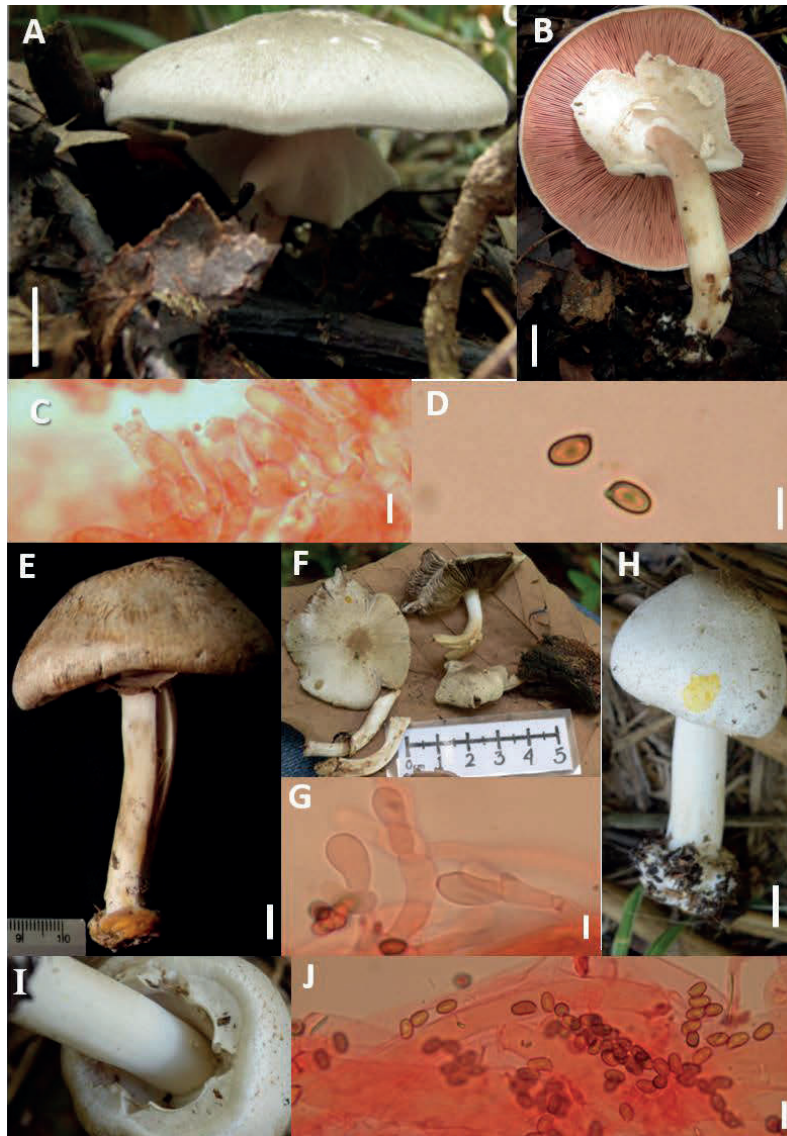


Lámina 7. Subgénero *Pseudochitonina*, sección *Xanthodermatei*. *A. aff. volvatulus* (*Palestina-Villa* 44, XAL): **A.** Vista general del basidioma entre hojarasca (barra= 5 cm). **B.** Detalle de la superficie inferior del velo parcial, cuyo borde presenta escamas de velo universal (barra= 1 cm). **C.** Basidios. **D.** Esporas. Barra= 5 μ m. *Agaricus* sp. 9 (*Palestina-Villa* 32, XAL): **E.** Vista general del basidioma

(barra= 1 cm). *A. aff. californicus* (*Palestina-Villa 46A*, XAL): **F.** Vista general de los basidiomas. **G.** Queilocistidios piridormes (barra= 5 μ m). *A. tollocanensis* (*Medel 17-06-2016*, XAL): **H.** Vista general del basidioma, entre hojarasca de bambú (barra= 1 cm). **I.** Detalle de la superficie inferior del anillo. **J.** Esporas sin poro germinal (barra= 5 μ m).

A. xanthodermus Genev., Bull. Soc. bot. Fr. 23: 28 (1876) (**Lámina 8 A-C**)

Píleo de 45-120 mm de diámetro, convexo con el centro plano cuando joven, plano-convexo al madurar, de color beige con fibrillas concéntricas de color café claro a negruzcas; margen decurvado cuando joven, recto al madurar. **Láminas** libres, de color café claro o rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3-5 mm de ancho, con lamélulas intercaladas, con borde liso o aserrulado. **Estípite** de 59-130 x 10-14 mm, cilíndrico, de color blanquecino; superficie lisa, con apariencia sedosa; base bulbosa a emarginada de hasta 30 mm de diámetro, con cordones miceliares escasos, del color del estípite. **Anillo** súpero, simple, membranoso o fugaz, de color blanco. **Contexto** contexto hueco, de color blanquecino, se mancha de color amarillo al exponerse. **Olor** fuerte a cloro, tinta china o yodo.

Esporas de 5-7 x 3-4 μ m (Q= 1.42-2.16; \underline{L} = 5.7 μ m, \underline{A} = 3.1 μ m), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μ m, sin poro germinal. **Basidios** de 13-18 (-21) x 5-7 (-8.5) μ m, clavados, vesiculados o piriformes, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (18-) 19-34 (-36) x (5-) 9-16 μ m, clavados, vesiculados, piriformes, ligeramente esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-6 μ m de ancho, con septos ligeramente constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 4-6 μ m, cilíndricas, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario o solitario, terrícola o húmico en bosque mesófilo de montaña o sobre *Cupressus bethamii*, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, julio 14, 1998, *Chacón 5118*. Unidad habitacional Marco Antonio Muñoz, octubre 7, 2004, *Gándara 950*. Entrada de la USBI, entre hojarasca de bambú, junio 21, 2015, *Palestina-Villa 34*. Junio 22, 2015, *Palestina-Villa 37*. Municipio de Tatatila, entre hojarasca de *Cupressus*, octubre 10, 2001, *Ramírez-Guillén 158*.

Discusión: Los materiales estudiados concuerdan con la descripción hecha por Breitenbach y Kränzlin (1995) de *A. xanthodermus* Genev., por presentar las mismas medidas del píleo y estípite, contexto que se mancha de amarillo al maltrato, base bulbosa y anillo membranoso. Micromorfológicamente hay concordancia en el tamaño de las esporas, y la forma y abundancia de los queilocistidios. Según la descripción de Kerrigan (1986), coincide también en que presenta un anillo súpero más o menos grueso. No obstante, según la descripción de Heinemann (1961) y Kerrigan (1986), el basidioma presenta un olor fenólico que no es registrado en los ejemplares revisados. Kerrigan *et al.* (2005) mencionan que esta especie presenta plasticidad en cuanto a la apariencia del píleo como la coloración y textura, lo que explicaría que parte del material presente fibrillas claras o negras. El desarrollo bajo *Cupressus* había sido ya citado por Kerrigan *et al.*, (2005), aunque también puede crecer entre abundante hojarasca de bambú. Proviene de América (Kerrigan, 1986) y Europa (Mitchell y Walter, 1999; Luszczynski, 2008; Zhao *et al.*, 2011). Ya había sido citado para el estado de Veracruz (Medel *et al.*, 2015).

Agaricus sp. 10 (Lámina 8 D-F)

Píleo de 77 mm de diámetro, plano convexo cuando joven a plano al madurar, con el centro ligeramente umbonado, de color blanquecino con escasas y finas fibrillas concéntricas de color grisáceo a rosáceo, con borde entero, algunos con borde dentado; margen recto. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 107 x 9 mm, cilíndrico, con fibrillas verticales concoloras con el estípite, del anillo hacia abajo; base de 18 mm de diámetro, bulbosa, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, grueso, intermedio de color grisáceo, con la superficie superior estriada y la superficie inferior con escamas parecidas a parches que forman un círculo. **Contexto** carnoso, de color blanquecino, se mancha de color amarillento al exponerse. **Olor** no registrado.

Esporas de 4.5-5.5 x 3-3.5 μm ($Q=1.42-1.83$; $\underline{L} = 5.04 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 3.18 \mu\text{m}$), de elipsoides a alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de 14-19 x 6-7.5 μm , clavados, tetraspóricos, ocasionalmente se presentan basidios anormales que son capitados, hialinos. **Queilocistidios** de (13-) 14-27 (-33) x (6-) 8-13 (-14) μm , piriformes, esferopedunculados, ampliamente clavados, algunos septados,

hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas o de color café amarillento, afibuladas de 5-8 μm de ancho, con septos constreñidos o no. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 4-6.5 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en jardinera con bambú, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, cerca de rectoría, octubre 04, 2016, *Guzman-Guillermo 240*.

Discusión: Morfológicamente *Guzman-Guillermo 240* es similar al tamaño de *Agaricus xanthodermus* (Kerrigan, 1986), pero se distingue de esta por presentar en el píleo finas fibrillas concéntricas de color grisáceo a rosáceo. Además, presenta un anillo grueso, intermedio. Otra especie similar es *Agaricus hondensis* descrita por Kerrigan (2005), pero se distingue de esta porque el anillo no es colgante sino intermedio, peronado y en forma de cuña. En cuanto al análisis filogenético, *Guzman-Guillermo 240* se encuentra sólo dentro de un clado que presenta un valor de soporte alto (Bpp=1, Mlb=93), es hermano del clado que une a Medel 17-06-2016 y *A. tollocanensis* (AY703912 y AY703913) de Toluca con *A. pocillator* (FJ596842, FJ596843, FJ596844 y FJ596845), no obstante, entre ellas existe menos del 95.56% de similitud nucleotídica (más de 24 diferencias). Esta podría ser una especie no descrita, es necesario seguir explorando el área de recolecta para obtener más ejemplares con los que se pueda realizar un análisis más minucioso.

***Agaricus* sp. 11**

Píleo de 40-48 mm de diámetro, convexo cuando joven a plano al madurar, de color blanquecino con fibrillas de color café, homogéneamente distribuidas; margen ligeramente estriado. **Láminas** libres, de color café chocolate al madurar, de 3.5 mm de ancho, con lamélulas de 2 medidas, con borde liso. **Estípite** de 38-51 x 4-8 mm, cilíndrico, hueco, liso, de color blanco a café; base fusiforme. **Anillo** súpero, simple, subapical, concoloro con el estípite. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color rojo al exponerse. **Olor** agradable no definido.

Esporas de 5.5-6.5 x 3.5-4 μm (Q=1.3-1.6, \underline{L} = 5.96 μm , \underline{A} = 3.9 μm), elipsoides, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 0.9 μm , monogutuladas o no.

Basidios de (14-) 17-20 x (6.5-) 7-8 μm , clavados a piriformes, tetraspóricos, hialinos.

Queilocistidios de 14-23 x 8.5-9 μm , piriformes, hialinos o con contenido granular. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 6 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+*) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en jardines, 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, Cerro de Macuitépetl, 2015, *Guzman-Guillermo X*.

Discusión: El ejemplar revisado es similar a *Agaricus caribaeus* (Pegler, 1983) en cuanto al tamaño del basidioma, microscópicamente, las esporas, basidios y queilocistidios presentan la misma forma. Sin embargo, el estípite del ejemplar *Guzman-Guillermo X* es 1-2 mm más ancho y la forma del bulbo es fusiforme, no piriforme, el píleo no presenta escamas negruzcas sino fibrillas de color café. Además, es rubescente al roce, no inmutable, presenta un olor agradable, fuerte, no indistinto y microscópicamente tiene un rango más amplio de medidas que *A. caribaeus*. El ejemplar *Guzman-Guillermo X*, se encuentra ubicado en un clado junto con *A. caribaeus* (JF727856) de la isla Martinica, con alto valor de soporte (Bpp = 1, Mlb = 100). Entre estas dos secuencias hay un 97.96% de similitud nucleotídica (10 diferencias). Estas se encuentran junto con *A. parvitigrinus* (AY899266) y *A. arizonicus* (KJ609481, NR_144985) en un clado con bajo nivel de soporte (Bpp = 0.65, Mlb = 49). Aunque *Agaricus* sp. 11 es cercano a *A. caribaeus*, presenta notables diferencias con esta última especie.



Lámina 8. Subgénero *Pseudochitonium*, sección *Xanthodermatei*. *A. xanthodermus* (Palestina-Villa 37, XAL): **A.** Vista general de los basidiomas, entre pasto (barra= 1 cm). **B.** Detalle de la superficie inferior del velo parcial. **C.** Esporas sin poro germinal (barra= 5 μ m). *Agaricus* sp. 10 (Guzman-Guillermo 240, XAL): **D.** Vista general de los basidiomas, entre hojarasca de bambú (barra= 1 cm). **E.** Detalle de la superficie inferior anillo donde se observa una banda circular proveniente del velo universal **F.** Queilocistidio piriforme (barra= 5 μ m).

SUBGÉNERO *Spissicaules*

Sección *Spissicaules*

A. impudicus (Rea) Pilát, Klíč Kurc. Naš. Hub Hrib. Bedl. (Praha): 403 (1951)

Píleo de 18-70 mm, plano-convexo a globoso-convexo con el centro ligeramente umbonado, de color beige-rojizo con escamas concéntricas de color café oscuro;

margen decurvado. **Láminas** libres, de color rosa cuando joven a café oscuro al madurar, de 1 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de 40-130 x 15-25 mm, subclavado, de color blanquecino manchándose con tonos rojizos en la base al maltrato; base subclavada, sin rizomorfos. **Anillo** súpero, grueso, membranoso, de color blanco, con el borde apendiculado. **Contexto** carnoso, de color blanquecino. **Olor** agradable o a nuez.

Esporas de (5-) 5.5-7 x 3-4 (-4.5) μm (Q= 1.5-1.75 (-2.33), $\underline{\text{L}}$ = 6.2 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.45 μm), de elipsoides a alargadas, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de (15-) 17-24 (-27) x 6-8 μm , ampliamente clavados o piriformes, tetraspóricos, hialinos o con contenido granular. **Queilocistidios** de 13-27 (-28) x 8-15 (-18) μm , piriformes a esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-13 μm , con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas o de color café, afibuladas de 4-7 μm , con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (-)

Hábitat: Disperso, terrícola en bosque de *Pinus*, a 2450 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio Perote, localidad Cruz Blanca, octubre 25, 1986, *Bandala 1230*.

Discusión: Se ajustó bien a la descripción de *Agaricus impudicus* (Arrillaga, 2004) por presentar las mismas medidas de píleo, estípite, queilocistidios, fructificación en otoño, terrícola en bosque de coníferas y olor agradable. También es similar a *Agaricus variegans* Möller, descrita por Heinemann (1978) pero se distingue de esta última porque el material revisado presenta olor a nuez, no a *Lepiota cristata* ni a harina. *A. impudicus* se encuentra en Europa (Cappelli, 1984; Mitchell y Walter, 1999) ya ha sido mencionada de Veracruz en bosque de *Pinus* (Guzmán y Villarreal, 1984).

Sección Rarolentes

***Agaricus* sp. 12 (Lámina 9)**

Píleo de 50-60 mm, plano convexo, con el centro ligeramente umbonado, de color blanquecino con escamas concéntricas de color café, con el borde ligeramente desgarrado y con pequeños restos escamas del velo universal en el borde; margen ligeramente decurvado. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 3.5 mm de ancho, con el borde fimbriado. **Estípite** de 90-125mm,

subclavado, de color blanquecino, con escamas fibrillosas longitudinales que inician por debajo del anillo, concoloras al estípote, hacia la base, las pequeñas escamas se erectan ligeramente; base subclavada. **Anillo** súpero, simple, subapical, ascendente, con la superficie superior lisa y la superficie inferior ligeramente algodonosa, con escamas concéntricas sólo en el borde de color amarillento. **Contexto** de color blanquecino, se mancha de color amarillento anaranjado al maltrato. **Olor** a nuez.

Esporas de 6-7 x 3-3.5 (-4) μm (Q= 1.71-2; $\underline{\text{L}}$ = 6.38 μm , $\underline{\text{A}}$ = 3.4 μm), alargadas, de color café oscuro, unigutuladas, con pared engrosada de hasta 0.5 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 14-21 (-22) x 5-8 μm , ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos o con contenido granular. **Queilocistidios** de 20-24 (-32) x 9-11 μm , piriformes, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-7 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas de color amarillento o con contenido granular, afibuladas de 3-11 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Gregario, terrícola en bosque mesófilo de montaña, a 1570 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Tlalnelhuayocan, localidad Los Capulines, junio 16, 2016, *Cortés-Pérez 1524*.

Discusión: Morfológicamente, este ejemplar no se ajusta muy bien a la diagnosis de la sección, que abarca hasta la fecha sólo tres especies que presentan píleo blanco o muy pálido, glabro o con escamas concoloras lo que difiere completamente con *Agaricus* sp. 12 que presenta densas escamas concéntricas de color café rojizo que conforman en un disco central del mismo color. Comparándolo la especie recientemente descrita de Tailandia, *A. leucolepidotus* Chen y Zhao (Zhao *et al.*, 2016) de la sección *Rarolentes*, es ligeramente similar en que presenta una complejión delgada, anillo de origen súpero pero ascendente, estípote fibrilloso hacia la base y olor que es similar a nuez o almendras, pero se distingue de esta última en que se mancha de color amarillento anaranjado al corte, el píleo y estípote no son blancos, liso y es positivo a KOH. De acuerdo con los análisis filogenéticos, *Agaricus* sp. 12 se encuentra ubicado dentro de la sección *Rarolentes*, con altos niveles de soporte (Bpp=1, MLb=86); forma un clado junto con *Agaricus* sp. (F2301, JF727854 proveniente de la isla Martinica) con valores de soporte altos (Bpp=1, MLb=100), ambas secuencias comparten un 99.64% de

similitud nucleotídica (3 diferencias), juntos conforman un clado hermano de *A. butyreburneus* (KC135887) de Estados Unidos y otras secuencias de *Agaricus* sp. de Canadá, con valores de soporte altos (Bpp=1, Mlb=100), existiendo entre ellos al menos 29 diferencias (95.07% similitud nucleotídica). La secuencia de *Agaricus* sp. (JF727854) que es la más similar a *Agaricus* sp.12, proveniente de la Martinica, se utilizó en el trabajo de Zhao *et al.* (2011, 2016) para realizar los análisis filogenéticos, sin embargo, no hay descripción morfológica disponible por lo que sólo es posible la comparación filogenética. Debido a que el material revisado se ubicó dentro de una sección cuyas especies descritas no concuerdan con las de *Agaricus* sp. 12, se revisó la calidad de la secuencia, la cual tiene una calidad relativamente baja (77%), por lo que se pensó que la circunscripción de este taxón dentro de la sección *Rarolentes* podría estar equivocada, a pesar de estar bien soportada. Sin embargo, Kerrigan (2016) presenta las características moleculares de la sección que están indicadas en la **Tabla 3** constituida por 10 posiciones, en la cual se puede observar que tanto *Agaricus* sp. 12 como *Agaricus* sp. (F2301, JF727854) coinciden en casi todos los caracteres sobresalientes, con excepción de la posición 523. La posición descrita por Kerrigan (2016) como @ pos. 523: ttgta**C**aggac no se encontró tal cual, la más similar fue encontrada en la @ pos. 507 (marcada en negritas), pero la última base es g, no c. Otra problemática que presenta este fragmento es que donde hay gttt**TG**tacag en la @ pos. 501; en el ejemplar de estudio y el F2301 hay gttt**TT(C/T)**gtacag.

Tabla 3. Comparación de las 10 posiciones nucleotídicas características de la sección *Rarolentes* según Kerrigan (2016)

	@ posiciones									
	24	25	131	219	507	582	645	686	700	707
<i>A. butyreburneus</i> RWK2015	G	G	A	C	C	A	G	T	A	G
<i>Agaricus</i> sp. F2301	G	G	A	C	C	A	G	T	A	G
<i>Agaricus</i> sp. CP1524	G	G	A	C	C	A	G	---	---	---

Kerrigan (2016) menciona que existe una especie no publicada dentro de la sección *Rarolentes* que presenta píleo de color blanquecino con escamas de color café, proveniente de la República Dominicana. En conclusión, *Agaricus* sp. 12 podría pertenecer a la sección debido a que su diagnóstico es aún incompleta como lo menciona el mismo Kerrigan (2016), incluso, Zhao *et al* (2016) ya han ampliado su diagnóstico a especies con píleo y estípite escamoso. Pero debido a la baja calidad de la secuencia del ITS, es necesario robustecer esta parte al recolectar más ejemplares de la especie.

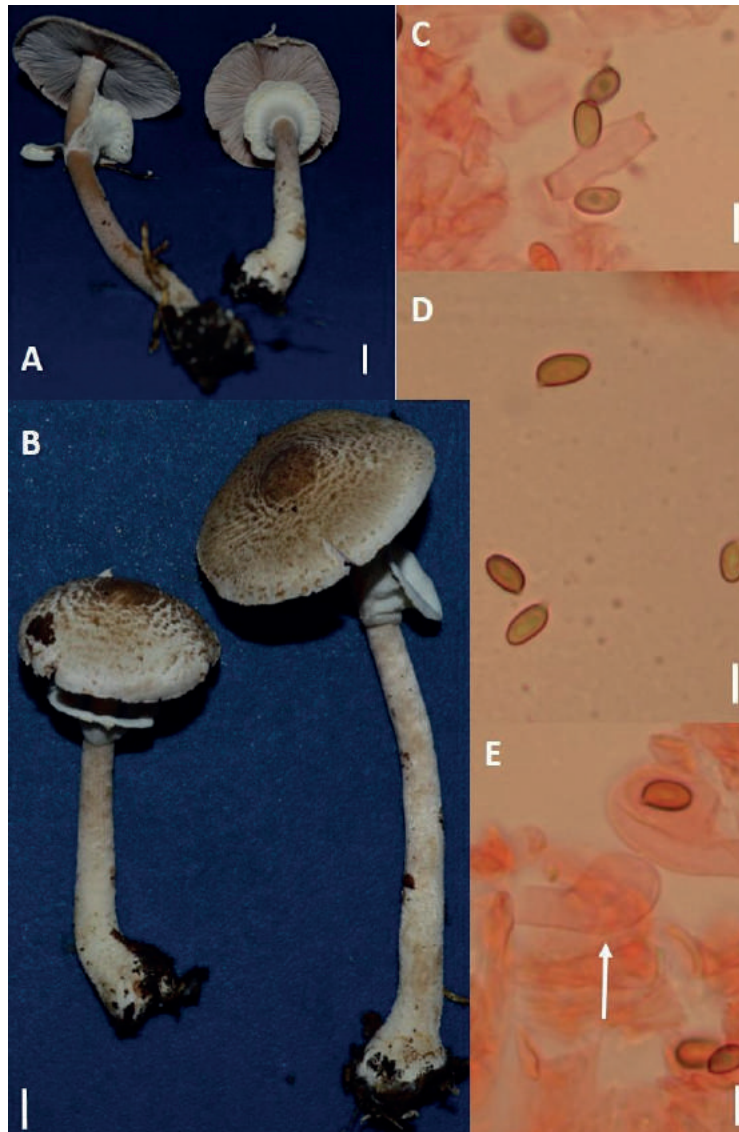


Lámina 9. Subgénero *Spissicaules*, sección *Rarolentes*. *Agaricus* sp. 12 (Cortés-Pérez 1524, XAL): **A.** Detalle de la superficie inferior del velo parcial, con algunas escamas de velo universal. **B.** Vista general del basidioma. Barra= 1 cm. **C.** Basidios. **D.** Esporas sin poro germinal. **E.** Queilocistidio vesiculado. Barra= 5 µm.

Sección *Amoeni*

Agaricus sp. 13 (Lámina 10)

Píleo de 40 mm de diámetro, plano, de color blanquecino con pequeñas escamas de color café; margen enrollado. **Láminas** libres, de color café oscuro al madurar, de 3 mm de ancho, con borde liso. **Estípites** de 45 x 11 mm, subbulboso, de color blanquecino, liso; base de hasta 11 mm de diámetro, subbulbosa, sin cordones miceliares. **Anillo** súpero, simple, delicado, fugaz, de color blanquecino. **Contexto** de color blanquecino, permanece inmutable al exponerse. **Olor** fúngico, dulzoso.

Esporas de 5-7 x 4-5 μm ($Q = 1.25-1.5$; $\underline{L} = 6.1 \mu\text{m}$, $\underline{A} = 4.15 \mu\text{m}$), de anchamente elipsoides a elipsoides, de color café amarillento, con pared engrosada de hasta 1 μm , sin poro germinal. **Basidios** de 18-24 (-30) x (5-) 6-9 μm , cilíndricos a ligeramente esferopedunculados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de (11-) 15-21 x (7-) 10-13 (-14) μm , piriformes a esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas o con contenido granular, afibuladas de 3.5-6.5 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 4-6 μm de ancho, con septos no constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a amarillo

Hábitat: Solitario, terrícola en jardín, a 1300 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Xalapa, casa particular, julio 29, 2012, *Castillo Del Moral 71b*.

Discusión: El material estudiado es similar a *Agaricus argyroptamicus* (Heinemann, 1961), pues ambos presentan píleo liso o con muy pequeñas escamas, velo parcial delicado y delgado y reacción Schäffer negativa, microscópicamente por presentar esporas y basidios de la misma forma y tamaño. No obstante, el material revisado se distingue de esta última por presentar un contexto que permanece inmutable y no se mancha de color rosáceo y por presentar queilocistidios. Por lo que la especie permaneció como sp.

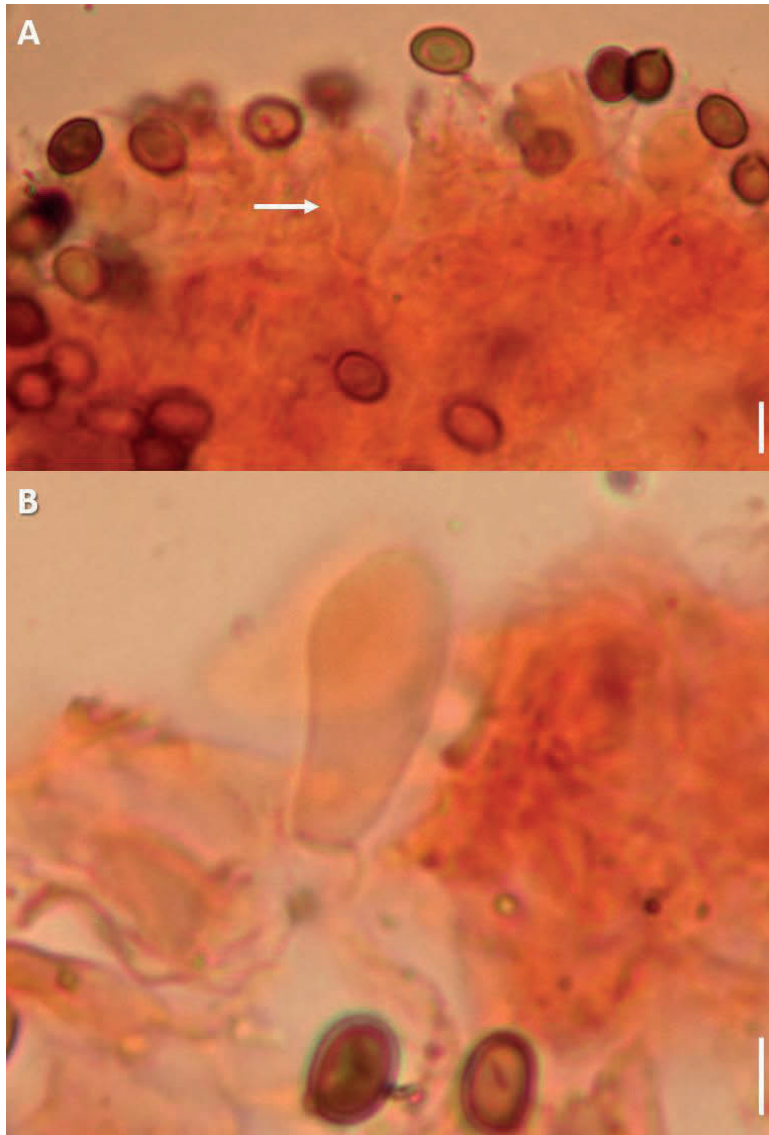


Lámina 10. Subgénero *Spissicaules*, sección *Amoeni*. *Agaricus* sp. 13 (*Castillo del Moral 71b*, XAL): **A.** Queilocistidio piriforme entre esporas. **B.** Queilocistidio piriforme entre esporas. Barra= 5 µm.

Sección *Subrutilescentes*

***Agaricus* sp. 14 (Lámina 11 A-E)**

Píleo de *18-70 mm de diámetro, plano con el centro umbonado, de color oscuro o blanquecino con escamas de color café rojizo; margen recto. **Láminas** libres, de color café rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, de 1.5 mm de ancho, con borde liso. **Estípite** de de *40-84 x 3 mm, cilíndrico, de color blanquecino, se mancha de color rojizo hacia la base; base de 7 mm de diámetro, bulbosa, sin cordones miceliares.

Anillo súpero, simple, membranoso, de color blanquecino, con la superficie inferior lisa.

Contexto carnoso, de color blanquecino. **Olor** a nuez.

Esporas de 5.5-6.5 x 3-4 μm (Q=1.5-2, \underline{L} = 6.08 μm , \underline{A} = 3.4 μm), de elipsoides a alargadas, de color café oscuro, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de (14-) 15-21 (-23) x (6-) 6.5-8 μm , piriformes, anchamente esferopedunculados, tetraspóricos, ocasionalmente trispóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 14-20 (-28) x 9-14 μm , piriformes, globosos o esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 4-13 μm de ancho, con septos ligeramente constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas o de color café, afibuladas de 4-12 μm de ancho, con septos constreñidos.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (-)

Hábitat: Gregario o solitario, húmico en hojarasca de bosque mesófilo de montaña, a 1700 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio Coatepec, localidad Cinco Palos, septiembre 1, 2016, *Cortés-Pérez 1652*; octubre 15, 2016, *Cortés-Pérez 1829*.

Discusión: Para la ubicación de *Agaricus* sp. 14, inicialmente, se consideró otro subgénero. Por presentar ambas reacciones (Schäffer y KOH) negativas, podría pertenecer al subgénero *Agaricus* o *Spissicaules*, pero es más bien de complejión delgada, que coincide con el subgénero *Spissicaules*. Revisando la descripción de *Agaricus vinosobrunneofumidus* descrita por Kerrigan (2016), los materiales estudiados son muy diferentes, pues aunque la coloración y ornamentación del píleo es similar, son más pequeños y de complejión más delgada, además presentan reacción Schäffer negativa y no de color verde oliváceo, asimismo presentan un olor a nuez, no fúngico o a chocolate, además presentan queilocistidios abundantes piriformes o esferopedunculados mientras que *Agaricus vinosobrunneofumidus* no. Los materiales *Cortés-Pérez 1652* y *1829* presentan secuencias idénticas, ambos forman un clado hermano que es relativamente cercano a *A. vinosobrunneofumidus* (KJ877781) de USA y *A. cf. subrutescens* (KT874932 al 35) de México (ambos de la sección *Subrutescentes*) con valores de soporte altos en Bpp (0.95) y bajos en MLb (59) existiendo entre ellas al menos 14 diferencias en la secuencia (no más del 97.76% de similitud), una especie también de la sección *Subrutescentes* pero no tan cercana es

A. brunneopilatus (KT951404 y 14) de China con valores de soporte altos en Bpp (0.9) pero muy bajos en Mlb (45), compartiendo con la especie el 95.69% de similitud nucleotídica (27 diferencias). En conclusión, las diferencias entre *A. vinosobrunneofumidus* son amplias por lo que pertenecen a especies diferentes, se piensa que estos ejemplares constituyen una especie no descrita.

Agaricus subrutilescens (Kauffman) Hotson & Stuntz, Mycologia 30(2): 219 (1938)
(Lámina 11 F-H)

Píleo de 17-90 mm de diámetro, plano convexo con centro umbonado o no, de color blanquecino con escamas concéntricas de color café oscuro o café vinaceo; margen recto o decurvado. **Láminas** libres, de color rosáceo cuando joven a café oscuro al madurar, con lamélulas intercaladas. **Estípite** de 97-150 x 10-17 mm, cilíndrico, con o sin pequeñas escamas blancas desde la parte inferior del anillo hasta la base; base bulbosa de hasta 25 mm de diámetro, con o sin cordones miceliares. **Anillo** súpero, simple, membranoso, de color blanco, con la superficie inferior escamosa. **Contexto** de color blanquecino, permanece inmutable. **Olor** fúngico o agradable no definido.

Esporas de 5.5-7 (-8) x 3.5-4.5 μm (Q=1.62, $\underline{\text{L}}$ = 6.8 μm , $\underline{\text{A}}$ = 4 μm), alargadas, ampliamente elípticas, de color café, con pared engrosada, sin poro germinal. **Basidios** de 16-25 x 5-8 μm , clavados a ampliamente clavados, tetraspóricos, hialinos. **Queilocistidios** de 12-28 x (7-) 8-17 μm , piriformes, globosos o esferopedunculados, hialinos. **Superficie inferior del anillo** con hifas hialinas, afibuladas de 5-9 μm de ancho, con septos no constreñidos. **Pileipellis** con hifas hialinas, afibuladas de 5-7 μm de ancho, con septos constreñidos o no.

Reacciones químicas: Schäffer (-), KOH 5% (+) virando a verde olivo

Hábitat: Gregario o solitario, terrícola en bosque de *Pinus*, *Pinus-Abies* y bosque mesófilo de montaña, a 1750-2830 msnm.

Material estudiado: VERACRUZ, Municipio de Acajete, Plan de Sedeño, julio 7, 1994, *Leal 251*. Municipio de Xico, Los Gallos, 1.5 km al Norte del Ingenio El Rosario, Cofre de Perote, junio 06, 1994, *Leal 246*. Julio 31, 1995, *Rico 923*. Septiembre 6, 1995, *Rico 956* y *Fernández 914*. Municipio de Emiliano Zapata, Alborada, *Castillo Del Moral 60, 61*.

Discusión: El material estudiado se ajusta a *A. subrutilescens* descrita por Kerrigan (1986); la característica esencial de esta especie es la reacción KOH (+) verde oliváceo sobre el píleo, única de la especie. Se distribuye en América en bosques de *Alnus*, *Cupressus*, *Quercus* y *Pseudotsuga* (Freeman 1979; Kerrigan 1986) pero no de *Pinus*. Ya había sido citada de Veracruz por Medel *et al.* 2015.

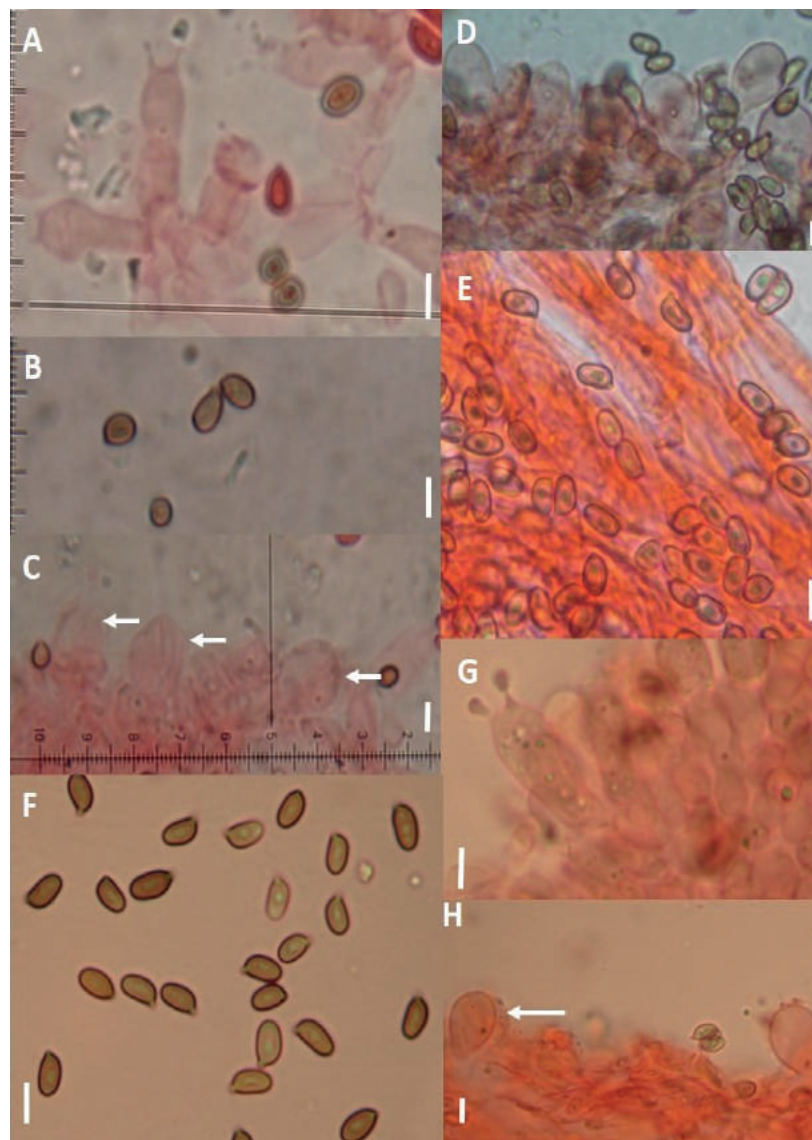


Lámina 11. Subgénero *Spissicaules*, sección *Subrutilescentes*. *Agaricus* sp. 14 (Cortés-Pérez 1829) **A.** Queilocistidios globosos. **B.** Esporas. (Cortés-Pérez 1652) **C.** Esporas. **D.** Basidios. **E.** Queilocistidios globosos. *A. subrutilescens* (Rico 965) **F.** Basidios. **G.** Esporas. **H.** Queilocistidios globosos. Barra= 5 μ m.

7. DISCUSIÓN

Contribución al conocimiento de la diversidad del género *Agaricus* en Veracruz utilizando datos morfológicos y moleculares. Considerando a *A. ficophilus*, *A. tollocanensis* y *A. benesii*, son 20 las especies de *Agaricus* citadas hasta la fecha para el Estado de Veracruz, de entre las cuales, *A. ficophilus* es un nuevo registro para el país, sumando un total de 56 especies reportadas para México (**Anexo 2**). No obstante, aunque esta contribución ha ampliado el conocimiento taxonómico y molecular del género *Agaricus* en México, sigue siendo escaso en comparación con otros países. Hasta la fecha sólo un par de trabajos (Callac y Mata, 2004 y Mata *et al.*, 2016) se han realizado enfocados en la taxonomía integrativa, por lo que es necesario la elaboración de más estudios así en el país.

En este trabajo se evidenció que la diversidad del género en el Estado es mucho mayor de lo que se tiene registrado, puesto que, de las seis especies determinadas, la mitad son nuevos registros y de las 28 especies restantes, el 28% quedaron como *affinis* y el otro 28% quedaron como sp. como se observa en la **Tabla 1**. Nueve especies (con secuencia del ITS) son posiblemente nuevas para la ciencia: *Agaricus* sp. 3, 10, 11, 12, 14, *A. aff. rufoaurantiacus*, *A. aff. diamantanus*, *A. aff. volvatulus* y *A. aff. californicus*. Para resolverlas se requiere robustecer cada uno de los nueve conceptos de especie que se tienen, recolectando más ejemplares de cada taxón como lo sugiere Kerrigan (2016). Para robustecer la circunscripción filogenética de las especies, Callac (2007) recomienda que los ejemplares que representen a una especie provengan de sitios lejanos y que, además, se obtengan las secuencias de las especies vecinas de estas especies.

Cabe mencionar que gran parte de las especies aquí presentadas concuerdan con descripciones de las especies de la región del Caribe que se describen en los trabajos de Heinemann y Pegler, por lo que, las claves de Heinemann (1961, 1962a, 1962b, 1962c, 1993), Dennis (1970) y Pegler (1986, 1987a, 1987b) deben ser tomadas en cuenta al iniciar la determinación del material. Aunque muchas de las especies descritas por Heinemann y Pegler no han sido secuenciadas, en artículos como los de Zhao *et al.* (2011, 2016) y Chen *et al.* (2016) se han incluido algunas secuencias de especies caribeñas en los análisis filogenéticos.

La sección *Xanthodermatei* fue la que presentó mayor riqueza de especies, por lo que, inicialmente se pensó que esto sería proporcional a la riqueza a nivel mundial, sin embargo, esta sección constituye el 16.12% del total de especies del género (L. A. Parra, com. pers.). Por otro lado, es posible que su riqueza se deba a que los compuestos fenólicos generados por las especies de esta sección reducen la vulnerabilidad de los basidiomas a la depredación, alargando su tiempo de vida (Callac *et al.*, 2005). Aunque, cabe mencionar que sí se han observado larvas alimentándose de estas especies.

Descripción macro y micromorfológica de las especies de *Agaricus* del estado de Veracruz. Entre los caracteres morfológicos, los más importantes para lograr la diferenciación de especies son atributos macroscópicos en los que no existe variación propiciada por condiciones ambientales, entre ellos destacan las características del anillo, forma de la base del estípite y, en algunos casos la apariencia del píleo como por ejemplo las grietas concéntricas del píleo en *A. endoxanthus* (Chen *et al.*, 2016). Asimismo, las características microscópicas como medidas, formas y colores esporales, de queilocistidios, en ocasiones el pileipellis e hifas del anillo son de gran importancia, ya que tienden a ser constantes, por ejemplo, las vacuolas de color café presentes en el píleo de *A. endoxanthus* (Kerrigan, 2016).

Caracteres bioquímicos de las especies del género *Agaricus*. También llamados caracteres organolépticos (los que son captados por los sentidos) son los más fiables para distinguir a los grupos filogenéticos del género, por lo que es ideal iniciar la determinación de ejemplares con estos caracteres (Kerrigan, 2016), sin embargo, estos caracteres son subjetivos en cierta medida, por lo que es deseable complementarlos de las siguientes maneras: para el olor se sugiere recibir un entrenamiento previo acerca de los tipos existentes para evitar confusiones; se sabe que el olor que presentan los basidiomas frescos tiene que ver con compuestos químicos que producen, p. ej. el aroma de almendras proviene del benzaldehído, el de anís al anetol y el aroma a tinta china o fenol (Kerrigan, 2016). Es relevante observar si la intensidad del olor se concentra en alguna parte del basidioma; por ejemplo, en la sección *Spissicaules*, el olor a anís se concentra en la base del estípite (Zhao *et al.*, 2016), mientras que en *A.*

augustus, el olor a almendra se presenta en todo el basidioma (Parra, 2013). En cuanto a los cambios de color del contexto al corte o roce, se sabe que es debido a actividad enzimática de diversos compuestos. Por ejemplo, se sabe que la xanthodermina es uno de los compuestos responsables de que las especies de la sección *Xanthodermatei* sean flavescens (coloración amarilla), mientras que la enzima tirosinasa es responsable de que las especies en las secciones *Sanguinolenti* o *Nigrobrunnescens* sean rubescens (coloración rojiza) según Kerrigan (2016), para registrar este carácter se recomienda basarse en una guía de colores estandarizada como la de Kornerup y Wanscher (1978). Desafortunadamente son pocos los ejemplares de herbario cuyos colores son descritos de manera estandarizada; en este trabajo, *Villegas-Ríos 2928 (A. ficophilus)*, fue el único. También debe registrarse en qué parte del basidioma se presentan estos cambios y si son constantes o no; por ejemplo, en *A. essettei* el cambio de coloración se presenta sólo en la base del estípite (Parra, 2013). En *A. freirei* el cambio de color va de una coloración inicial amarillenta y después se vuelve rojizo-vináceo (Kerrigan *et al.*, 2005). Finalmente, respecto a las reacciones químicas, se deben registrar las variaciones de intensidad para cada reacción, estas pueden realizarse sobre la superficie del píleo y estípite, además sobre los velos, rizomorfos y base del estípite. Las más usadas son la reacción Schäffer y KOH cuyos compuestos son corrosivos y cancerígenos, por lo que es importante evitar el contacto directo con la piel. Otras reacciones que se han propuesto son la o-tolidina y 1-naftol, aunque algunos autores como Kerrigan (2016) las consideran redundantes. La reacción Schäffer diferencia a la sección *Arvenses* y *Minores* (RS +) del resto de las secciones del género, aunque Kerrigan (2016) menciona que algunas especies de la sección *Sanguinolenti*, *Nigrobrunnescens* y *Agaricus* presentan también una reacción positiva a la Anilina+Ácido Nítrico.

Todos los datos de los caracteres bioquímicos junto con sus variaciones deben ser cuidadosa y fidedignamente registrados en ejemplares jóvenes cuidando que no estén demasiado mojados, secos, viejos o en proceso de descomposición, con esto se facilita la ubicación del ejemplar en algún subgénero/sección.

Circunscripción de las especies de *Agaricus* de Veracruz. Los clados en los que se distribuyen las especies estudiadas en este trabajo se incluyen dentro de las secciones

Xanthodermatei, *Rubricosi*, *Rarolentes*, *Subrutilescentes*, *Laeticolores* y *Arvenses*, compartiendo las relaciones más cercanas con secuencias provenientes del Caribe (Martinica, República Dominicana), Norteamérica (Estados Unidos y México), Sudamérica (Venezuela) y Asia (Tailandia), quienes también pertenecen a las mismas secciones. En particular, *Agaricus* sp. 12 presenta una similitud del 99.74% (sólo dos diferencias) con *Agaricus* sp. (JF727854) que proviene de Martinica ubicada en la sección *Rarolentes*, desafortunadamente, sólo está disponible la secuencia del ITS, por lo que no es posible comparar la parte morfológica.

Se ubicó a *A. ficophilus* y *Agaricus* sp. 7 en la sección *Laeticolores*, con lo cual se amplía su distribución geográfica que hasta la fecha sólo abarcaba el Caribe (Heinemann, 1961), Centroamérica (Heinemann, 1962a), Sudamérica (Heinemann, 1993) y África (Heinemann, 1956).

La mayor parte de las especies del trabajo que aquí se presentan, pertenecen a la sección *Xanthodermatei* (*A. xanthodermus*). Esto también fue reportado por Callac y Guinberteau (2005), quienes identificaron a *Agaricus xanthodermus* y *A. moelleri* como las más comunes en Francia, para este trabajo *A. xanthodermus* y *A. subrutilescens* son las especies más comunes.

Las secuencias del ITS obtenidas en este trabajo permitieron evidenciar que las especies de *Agaricus* presentes en el estado de Veracruz se distribuyen en cuatro de los cinco subgéneros, por lo que es necesario continuar secuenciando nuevo material.

Taxonomía integrativa de las especies del género *Agaricus* en Veracruz. Sin duda alguna, el uso individual del método morfológico o filogenético para la determinación de taxones presenta ciertas limitaciones que se pueden evitar al aplicar una taxonomía integrativa. Con ello se puede, primeramente, asegurar una robusta identificación al estar apoyados sobre ambos métodos que corroboren la especie mutuamente porque, aunque es sencillo reconocer un hongo del género *Agaricus*, determinarlo hasta especie es un proceso bastante complejo: hay que tener cuidado con la plasticidad fenotípica que pueden presentar algunas especies (Callac, 2007). En segundo lugar, se puede detectar más fácilmente la presencia de especies crípticas, como ha sido el caso de *A. endoxanthus*, una especie tropical con especies morfológicamente casi idénticas en Asia, pero altamente variables en la región del ITS (Chen *et al.*, 2016). Finalmente,

se puede evitar la sinonimización y/o redescrición de especies al generar una biblioteca de secuencias de ADN que incluyan especímenes de herbario ya determinados (Brock *et al.*, 2008).

En particular, en este caso, permitió ubicar conservadoramente a *Agaricus* sp. 12 en la sección *Rarolentes* lo cual amplía el concepto de ella. Sin embargo, la calidad de la secuencia fue relativamente baja y los caracteres morfológicos no coincidieron con la sección; por lo que lo ideal sería obtener más recolectas del ejemplar para robustecer estos datos; aunque *Agaricus* sp. 12 podría pertenecer a la sección *Rarolentes* pues su creación es reciente y hasta la fecha abarca sólo tres taxones: *A. butyreburneus* de Estados Unidos (Kerrigan, 2016) y otras otras dos especies de Tailandia (Zhao *et al.*, 2016). Por otro lado, con la determinación morfológica inicial de *Agaricus* sp. 14 se ubicó en una sección (e incluso subgénero) erróneo, debido a que carecía de un par de datos que son esenciales (olor y cambio de color del contexto), pero con la ayuda de los análisis filogenéticos se logró una circunscripción robusta dentro del subgénero *Spissicaules*, sección *Subrutescentes*.

Distribución de las especies de acuerdo con el tipo de vegetación. El bosque mesófilo de montaña albergó gran diversidad de especies del género (18 especies), lo cual demuestra que tiene gran potencial para el descubrimiento de especies; esto era de esperarse, pues se sabe que es el tipo de bosque más diverso del país a pesar de que ocupa sólo el 0.8% de la superficie nacional (Williams-Linera, 2002): incluye entre el 10 y 12% de la flora estimada para México y más de 1000 especies endémicas de flora y fauna (Williams-Linera, 2007). Debido a la gran diversidad de flora, fauna y hongos que presenta, es evidente que el bosque mesófilo de montaña debe conservarse, ya que la fragmentación de este tipo de ecosistema es acelerada, lo que puede producir la extinción de muchas especies (Williams-Linera, 2002).

Por otro lado, nueve especies se colectaron en jardines artificiales de pasto y/o bambú, a saber: *A. aff. subrufescens*, *A. aff. subperonatus*, *Agaricus* sp. 8, *Agaricus* sp. 9, *A. aff. californicus*, *A. tollocanensis*, *A. xanthodermus*, *Agaricus* sp. 10 y *Agaricus* sp. 13. Debido a esto, surgen dudas acerca de su posible origen introducido. Se han realizado trabajos que abordan esta problemática, como los de Kerrigan *et al.* (1995) sobre *A. bisporus*, en el cual se compara la similitud nucleotídica del ADN mitocondrial de

recolectas silvestres con una cepa comercial con lo cual se encontró que, mientras algunas recolectas provenían directamente de la cepa comercial, también había un grupo con poca similitud nucleotídica que tenía preferencias de hábitat diferentes, concluyendo que esta última era nativa. Otro trabajo es el de Kerrigan (1998) y Mata *et al.* (2016), en el primero, el autor concluye que micelio de *A. bisporus* introducido con especies vegetales puede producir hibridación con poblaciones nativas e incluso, reemplazarlas. El trabajo de Vellinga *et al.* (2009) sobre especies ectomicorrízicas registra también este fenómeno en especies que se introdujeron junto con las especies vegetales y se establecieron aún mejor que las nativas. Dentro de las especies que crecen en jardines, sólo *A. aff. californicus*, *A. tollocanensis* y *Agaricus* sp. 10 presentan secuencia del ITS, las primeras dos especies presentaron similitud nucleotídica alta (99.03% y 99.31%, respectivamente) con secuencias provenientes de México por lo que no sería descabellado pensar que la especie también se distribuya en Veracruz, aunque más adelante se requiere un análisis más detallado. En el caso de *Agaricus* sp. 10, la secuencia más similar proviene de Chile, pero tienen una similitud nucleotídica baja (95%, que equivale a 24 diferencias) por lo que, lo más probable es que esta sea una especie nativa. Otro aspecto que considerar es el hecho de que la mayor parte de las recolectas sean de los municipios de Xalapa y Coatepec podría estar ligada a la cercanía de los centros de investigación de la UV y el INECOL debido a los trabajos de campo.

Métodos de biología molecular. Para la obtención de los caracteres moleculares se usó el kit: REExtract-XNAP (Sigma-Aldrich), probando la presencia de ADN por medio de un gel, cuando no se consiguió la extracción, se modificaron las cantidades de ES y DS. En cuanto a los protocolos de PCR se inició con un protocolo estándar para basidiomicetos, dependiendo de los resultados obtenidos, fue necesario ir modificando ciertos puntos como la cantidad de ciclos y temperaturas e, incluso, los primers utilizados para amplificar fragmentos más cortos, quedándose al final los ejemplares que no lograron amplificar por ningún método aplicado.

A pesar de que se obtuvieron buenas amplificaciones en los ejemplares recientemente recolectados y sin contaminación fúngica, se comprobó que no necesariamente están correlacionados con la cantidad y/o calidad de la secuencia, tal es el caso de *Agaricus*

sp. 11 y 12 cuya secuencia tenían menos del 80% de calidad, por lo que, para corroborar la identidad de estos taxones, es necesario rehacer la extracción, PCR y secuenciación. Esto podría deberse al tipo de tejido utilizado para la extracción (contexto), Dentinger *et al.* (2009) recomiendan usar fragmentos de himeno ya que presenta mayor concentración de ADN.

Por otro lado, para incrementar el porcentaje de éxito durante el análisis molecular de los ejemplares de herbario, es deseable que estos sean desecados a no más de 42°C para evitar la degradación del ADN, como lo sugiere Drábková (2014). También es importante mantenerlos sin contaminación fúngica y que se evite el uso de químicos como naftalina o paradicloro benceno en la conservación de los ejemplares ya que se sabe que estos degradan sustancialmente el ADN (Drábková, 2014). A pesar de que el ADN de los ejemplares de herbario con más de 25 años tiene bajo peso molecular, es suficiente para ser amplificado y secuenciado si se conservan adecuadamente los ejemplares (Goés-Neto *et al.*, 2005).

8. CONCLUSIONES

Este trabajo contribuyó al conocimiento de la diversidad de las especies del género *Agaricus* en el estado de Veracruz. Aumentó de 17 especies que se conocían hasta la fecha, a 20 especies, dentro de las cuales *A. ficophilus* es un nuevo registro para el país, registrando 56 especies a nivel nacional.

La circunscripción de las especies de *Agaricus* de Veracruz están distribuidas en cuatro subgéneros y seis secciones según la clasificación de Zhao *et al.* (2016), de las cuales la sección *Laeticolores* incluye especies exclusivamente tropicales con el velo universal desarrollado.

El uso de la taxonomía integrativa (morfología, molecular y datos macroquímicos) probó ser un método que robustece la determinación de las especies del género, sin embargo, es necesaria la elaboración de más estudios enfocados a la taxonomía integrativa en el país.

Varias de las especies que se identificaron (p. ej. *A. ficophilus* y *A. aff. diamantanus*) son especies que han sido descritas del Caribe (Trinidad, República Dominicana, Martinica). Se sabe que la zona subtropical del golfo de México y el Caribe comparten

especies vegetales y animales (Williams-Linera, 2007), en este trabajo se hace evidente que esto también sucede con hongos del género *Agaricus*. Por lo tanto, se recomienda que, para zonas como las del estado de Veracruz la determinación de especies se inicie con claves tropicales y subtropicales del Caribe (Heinemann 1961, 1962a, b, c).

En este trabajo la sección mejor representada en cuanto a número de especies fue *Xanthodermatei*, que crece en jardines públicos o bosque mesófilo de montaña.

El estado de Veracruz tiene gran potencial para descubrir especies no descritas, sobre todo en ecosistemas tropicales y subtropicales.

9. LITERATURA CITADA

Albertó, E. (1999). El género *Agaricus* en la Provincia de Buenos Aires (Argentina), II. Sección *Arvenses*. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 24, 23-36.

Arrillaga, P. (2004). El género *Agaricus* L.: Fr. en el País Vasco y zonas limítrofes. De Sociedad de Ciencias Aranzadi Zientzi Elkarte Recuperado de: <http://www.euskomedia.org/PDFAnIt/munibe/2004007197.pdf>

Bandala-Muñoz, V. y Montoya-Bello, L. (1993). Nuevos registros de hongos del estado de Veracruz, V. Nuevos *Aphylophorales* y *Agaricales*. *Revista Mexicana de Micología*, 9, 85-118.

Barros, L., Falcao, S., Baptista, P., Freire, C., Vilas-Boas, M. y Ferreira, I. (2008). Antioxidant activity of *Agaricus* sp. mushrooms by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Food Chemistry*, 111, 61-66.

Blackwell, M. (2011). The Fungi: 1, 2, 3 ... 5.1 million species?. *American Journal of Botany*, 98(3), 426-438.

Breitenbach, J. y Kränzlin, F. (1995). Fungi of Switzerland. Vol. 4: Agarics part 2. Lucerne, Suiza: Verlag Mykologia.

Brizuela, M. A., García, L., Pérez, L. y Mansur, M. (1998). Basidiomicetos: nueva fuente de metabolitos secundarios. *Revista Iberoamericana de Micología*, 15, 69-74.

- Brock, P., Döring, H. y Bidartondo, I. (2008). How to know unknown fungi: the role of a herbarium. *New Phytologist*, 181, 719-724.
- Callac, P. y Mata, G. (2004). *Agaricus tollocanensis*, une nouvelle espèce de la section *Xanthodermatei* trouvée au Mexique. *Documents mycologiques*, 33(132), 31-35.
- Callac, P., Guinberteau, J., y Rapior, S. (2005). New hypotheses from integration of morphological traits, biochemical data and molecular phylogeny in *Agaricus* spp. *Fifth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, (37-44). Shanghai, China: ICMBMP.
- Callac, P. y Guinberteau, J. (2005). Morphological and molecular of two novel species of *Agaricus* section *Xanthodermatei*. *Mycologia*, 97(2), 416-424.
- Callac, P. (2007). El género *Agaricus*. En Sánchez, J. E., Royse, D. J. y Leal-Lara, H. (Eds.), *Cultivo, mercadotecnia e inocuidad alimenticia de Agaricus bisporus* (pp. 19-37). Tapachula, México: ECOSUR.
- Calonge, F. D. (2011). *Hongos medicinales*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Calonge, F. D. y Esteve-Raventós, F. (1998). *Agaricus guachari*, sp. nov. (Agaricales), from Venezuela. *Boletín Sociedad Micológica de Madrid*, 23, 111-118.
- Cappelli, A. (1984). *Agaricus* L.:Fr. ss. Karsten (*Psalliota* Fr.). Italia: Biellia Giovanna.
- Cappelli, A. (2011a). Approccio al genere *Agaricus* – IV. *Rivista di Micologia*, 1, 3-27.
- Cappelli, A. (2011b). Approccio al genere *Agaricus* – V. *Rivista di Micologia*, 2, 99-119.
- Cappelli, A. (2011c). Approccio al genere *Agaricus* – VI. *Rivista di Micologia*, 3, 195-219.
- Chen, J., Parra, L. A., Kesel, A., Khalid, A., Quasim, T., Ashraf, A., Bahkali, A., Hyde, K., Zhao, R. y Callac, P. (2016). Inter- and intra-specific diversity in *Agaricus endoxanthus* and allied species reveals a new taxon, *A. punjabensis*. *Phytotaxa*, 252(1), 1–16.
- Costa, F. R. y Carvalho, G. N. (2011). The effects of *Agaricus sylvaticus* fungi dietary supplementation on the metabolism and blood pressure of patients with colorectal cancer during post-surgical phase. *Nutrición Hospitalaria*, 26(1), 176-186.

- Dennis, R. W. G. (1970). *Fungus flora of Venezuela and adjacent countries*. Alemania: Verlag von J. Cramer (Kew Bulletin Additional Series III).
- Dentinger, B., Margaritescu, S. y Moncalvo, J. M. (2009). Rapid and reliable high-throughput methods of DNA extraction for use in barcoding and molecular systematics of mushrooms. *Molecular Ecology Resources*, 10, 628-633.
- Drábková, L. (2014). DNA extraction from herbarium specimens. En Besse, P. (Ed.), *Molecular plant taxonomy: methods and protocols* (69-84). New York, Estados Unidos: Springer.
- Estrada-Martínez, E., Guzmán, G., Cibrián, D. y Ortega, R. (2009). Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la Sierra Nevada (México). *Interciencia*, 34(1), 25-33.
- Freeman, A. (1979). *Agaricus* in North America: Type Studies. *Mycotaxon*, 8(1), 1-49.
- Goés-Neto, A., Loguercio, L. y Trinidad-Guerrero, R. (2005). DNA extraction from frozen field-collected and dehydrated herbarium fungal basidiomata: performance of SDS and CTAB-based methods. *Biotemas*, 18(2), 19-32.
- Gray, A. M. y Flatt, P. R. (1998). Insulin-releasing and insulin-like activity of *Agaricus campestris* (mushroom). *Journal of Endocrinology*, 157, 259-266.
- Gui, Y., Zhu, G., Callac, P., Hyde, K., Parra, L. A., Chen, J., Yang, T., Huang, W., Gong, G. y Liu, Z. (2015). *Agaricus* section *Arvenses*: three new species in Highland subtropical Southwest China. *Fungal Biology*, 119, 79-94.
- Gutiérrez-Ruiz, J. y Cifuentes, J. (1990). Contribución al conocimiento del género *Agaricus* subgénero *Agaricus* en México, I. *Revista Mexicana de Micología*, 6, 151-177.
- Guzmán, G. (1977). *Identificación de los hongos comestibles, venenosos y alucinantes*. México: Limusa
- Guzmán, G. (1998). Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 7, 369-384.
- Guzmán, G. y Villarreal, L. (1984). Estudio sobre los hongos, líquenes y myxomicetos del Cofre de Perote, Veracruz, I: Introducción a la micoflora de la región. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 19, 107-124.

- Hawksworth, D. L. (1991). The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*, 95(6), 641-655.
- Haksworth, D. L. y Lücking, R. (2017). Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*, 5(4), 1-17. doi: 10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016
- Heinemann, P. (1956). Champignons recoltés au Congo Belge par Madame M. Goossens-Fontana II. *Agaricus* Fries s.s. *Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles*, 26(1), 1-127.
- Heinemann, P. (1961). Agarici Austro-Americani: I *Agaricus* of Trinidad. *Kew Bulletin*, 15(2), 231-249.
- Heinemann, P. (1962a). Agarici Austro-Americani: II: *Agaricus* de Bolivie. *Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles*, 32(1), 1-21.
- Heinemann, P. (1962b). Agarici Austro-Americani: III Trois *Agaricus* de la Jamaïque. *Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles*, 32, 23-28.
- Heinemann, P. (1962c). Agarici Austro-Americani: IV Quatre *Agaricus* du Venezuela. *Bulletin du Jardin botanique de l'État a Bruxelles*, 32, 155-161.
- Heinemann, P. (1978). Essai d'une clé de détermination des genres *Agaricus* et *Micropsalliota*. *Sydowia*, 30, 6-37.
- Heinemann, P. (1987). Clave para la determinación de las especies de *Agaricus* (Agaricales) de la Patagonia y Tierra del Fuego. *Darwiniana*, 28, 283-291.
- Heinemann, P. (1993). Agarici Austroamericani VIII. Agaricaceae des régions intertropicales d'Amérique du Sud. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 62, 355-384.
- Herrera, T. y Guzmán, G. (1972). Especies de macromicetos citadas de México, III. Agaricales. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 6, 61-91.
- Index Fungorum. Partnership (2017). *Index Fungorum*. Recuperado de <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>
- Karunarathna, S. C., Chen, J., Mortimer, P. E., Xu, J. C., Zhao, R. L., Callac, P. y Hyde, K. (2016). Mycosphere Essay 8: A review of genus *Agaricus* in tropical and humid

- subtropical regions of Asia. *Mycosphere*, 7(4), 417-439. doi: 10.5943/mycosphere/7/4/3
- Kerrigan, R. W. (1986). *The Agaricales (Gilled Fungi) of California: 6. Agaricaceae*. California, Estados Unidos: Mad River Press.
- Kerrigan, R. W., Carvalho, D., Horgen, P. y Anderson, J. (1995). Indigenous and introduced populations of *Agaricus bisporus*, the cultivated button mushroom, in eastern and western Canada: implications for population biology, resource management, and conservation of genetic diversity. *Canadian Journal of Botany*, 73, 1925-1938.
- Kerrigan, R. W., Carvalho, D., Horgen, P. y Anderson, J. (1998). The indigenous coastal Californian population of the mushroom *Agaricus bisporus*, a cultivated species, may be at risk of extinction. *Molecular Ecology*, 7, 35-45.
- Kerrigan, R. W. (2005). *Agaricus subrufescens*, a cultivated edible and medicinal mushroom, and its synonyms. *Mycologia*, 97(1), 12-24.
- Kerrigan, R. W., Callac, P., Guinberteau, J., Challen, M. y Parra, L. A. (2005). *Agaricus* section *Xanthodermatei*: a phylogenetic reconstruction with commentary on taxa. *Mycologia*, 97(6), 1292-1315.
- Kerrigan, R. W. (2016). *Agaricus of North America. (Memoirs of The New York Botanical Garden Volume 114)*. New York, United States: New York Botanical Garden Press.
- Kornerup A. y Wanscher, J. H. (1978). *Methuen handbook of colour*. Londres, Inglaterra: Eyre Methuen.
- Largent, D., Johnson, D. y Watling, R. (1977). *How to identify Mushrooms to Genus III: Microscopic features*. California, Estados Unidos: Mad River Press Incorporate.
- Lebel, T. y Syme, A. (2012). Sequestrate species of *Agaricus* and *Macrolepiota* from Australia: new species and combinations and their position in a calibrated phylogeny. *Mycologia*, 104(2), 496-520.
- León, G. y Guzmán, G. (1980). Las especies de hongos micorrícicos conocidas en la región de Uxpanapa-Coatzacoalcos-Los Tuxtlas-Papaloapan-Xalapa. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 14, 27-38.
- Linneo, C. (1753). *Systema naturae*. Leiden, Países Bajos: Theodorum Haak.

- Luszczynski, J. (2008). Three species of the genus *Agaricus* new to Poland. *Acta Mycologica*, 43(2), 161-165.
- Martínez-Carrera, D., Bonilla, M., Martínez, W., Sobal, M., Aguilar, A. y Pellicer, E. (2001). Characterisation and cultivation of wild *Agaricus* species from Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 13(1), 9-24.
- Mata, G., Medel, R. y Salmones, D. (2011). Preliminary survey of the diversity of the genus *Agaricus* in Mexico. *Proceedings of the 7th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, (134-139). Arcachon, Francia: ICMBMP.
- Mata, G., Medel, R., Callac, P., Billette, C. y Garibay-Orijel, R. (2016). Primer registro de *Agaricus bisporus* (Basidiomycota, Agaricaceae) silvestre en Tlaxcala y Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, 10-17.
- Medel, R., Palestina-Villa, N. y Mata, G. (2015). El género *Agaricus* (Agaricales, Agaricaceae) en Veracruz: nuevos registros. *Revista Mexicana de Micología*, 42, 53-63.
- Mitchell, A. D. y Walter, M. (1999). Species of *Agaricus* occurring in New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 37(4), 715-725.
- Parra, L. A. (2005). *Nomenclatural study of the genus Agaricus L. (Agaricales, Basidiomycotina) of the Iberian Peninsula and Balearic Islands*. España: CSIC.
- Parra, L. A. (2008). *Agaricus L. Allopsalliota Nauta & Bas*. Italia: Edizioni Candusso.
- Parra, L. A. (2013). *Agaricus L. Allopsalliota Nauta & Bas*. Italia: Edizioni Candusso.
- Pegler, D. N. (1983). *Agaric flora of the Lesser Antilles*. Londres, Inglaterra: Kew Bulletin Additional Series IX.
- Pegler, D. N. (1986). *Agaric flora of Sri Lanka*. Londres: Eyre & Spottiswoode.
- Pegler, D. N. (1987a). A revisión of the Agaricales of Cuba I. Species described by Berkeley & Curtis. *Kew Bulletin*, 42(3), 501-580.

- Pegler, D. N. (1987b). A revisión of the Agaricales of Cuba II. Species described by Earle and Murrill. *Kew Bulletin*, 42(4), 855-888.
- Salmones, D., Medel, R., Gaitán-Hernández, R. y Mata, G. (2011). Hongos comestibles: Una alternativa sustentable de aprovechamiento de los recursos genéticos y agroforestales. En Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Ed.), *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado, Volumen 1* (pp. 439-449). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Universidad Veracruzana/Instituto de Ecología, A.C. México.
- Truong, C., Mujic, A. B., Healy, R., Kuhar, F., Furci, G., Torres, D., Niskanen, T., Sandoval-Leiva, P. A., Fernandez, N., Escobar, J. M., Moretto, A., Palfner, G., Pfister, D., Nouhra, E., Swenie, R., Sanchez-Garcia, M., Matheny, P. B. y Smith, M. E. (2017). How to know the fungi: combining filed inventories and DNA-barcoding to document fungal diversity. *New Phytologist*, 214, 913-919.
- Vellinga, E., Wolfe, B. y Pringle, A. (2009). Global patterns of ectomycorrhizal introductions. *New Phytologist*, 181, 960-973.
- Welden, L.A. y Guzmán, G. (1978). Lista preliminar de los hongos, líquenes y myxomicetos de las regiones de Uxpanapa, Coatzacoalcos, Los Tuxtlas, Papaloapan y Xalapa (parte de los estados de Veracruz y Oaxaca). *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 12, 59-102.
- Williams-Linera, G., Manson, R. e Isunza, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso de suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y bosques*, 8, 73-89.
- Williams-Linera, G. (2007). *El bosque de niebla del centro de Veracruz: ecología, historia y destino en tiempos de fragmentación y cambio climático*. Xalapa, México: Instituto de Ecología, A. C.
- Wisitrassameewong, K., Karunarathna, S., Thongklang, N., Zhao, R., Callac, P., Moukha, S., Férandon, C., Chukeatirote, E. y Hyde, K. D. (2012). *Agaricus subrufescens*: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19, 131-146.

- Zhao, R., Karunaratna, S., Raspé, O., Parra, L. A., Guinberteau, J., Moinard, M., De Kesel, A., Barroso, G., Courtecuisse, R., Hyde, K. D., Guelly, A. K., Desjardin, D. E. y Callac, P. (2011). Major clades in tropical *Agaricus*. *Fungal Diversity*, 52, 279-296.
- Zhao, R. L., Zhou, J. L., Chen, J., Margaritescu, S., Sánchez-Ramírez, S., Hyde, K. D., Callac, P., Parra, L. A., Li, G. J. y Moncalvo, J. M. (2016). Towards standardizing taxonomic ranks using divergence times – a case study for reconstruction of the *Agaricus* taxonomic system. *Fungal Diversity*, 78, 239-298.
- Zhou, J. L., Su, S., Su, H., Wang, B., Callac, P., Chen, Guinberteau, J., Hyde, K y Zhao, R. (2016). A description of eleven new species of *Agaricus* sections *Xanthodermatei* and *Hondenses* collected from Tibet and the surrounding áreas. *Phytotaxa*, 257(2), 99-121.

10. GLOSARIO

Anillo: Fragmentos del velo parcial (en ocasiones mezclado con restos del velo universal) que permanecen, en parte, adheridos a alguna porción del estípite del basidiocarpo, formando así collares, aros o pseudovolvas.

Aridícola: Basidioma que se desarrolla sobre la arena.

Basidio: Célula especializada de los basidiomicetes que produce esporas por medio de la meiosis, se encuentra en el himenio.

Basidioma: Cuerpo fructífero que produce esporas sexuales a través de los basidios.

Bulboso: Estípite cuya base presenta un engrosamiento.

Capitado: Cistidio con forma de una cabeza humana.

Catenulado: Queilocistidios dispuestos en cadena.

Cilíndrico: Estípite que presenta el mismo grosor en la parte apical, central y basal.

Cistidios: Hifas estériles diferenciadas morfológicamente que se nombran dependiendo de su forma y de dónde se ubican, algunas especies de *Agaricus* presentan queilocistidios, que se posicionan en el borde de la lámina.

Clavado: Puede referirse a la forma de un estípite con un mayor grosor en la parte basal que en la apical. Si es en un cistidio, indica forma de clava o mazo, mayor grosor en la parte apical que en la basal.

Concoloro: Que presenta el mismo color que otra superficie.

Contexto: Tejido fibroso que constituye el cuerpo del píleo sin abarcar la corteza ni el himenio.

Convexo: Píleo en el que el ancho es mayor que la altura, mostrando un perfil más o menos redondeado.

Cordón miceliar: Hifas compactadas en forma de filamentos, de consistencia más o menos suave, ubicados en la base del estípite.

Decurvado: El borde del píleo se encuentra doblado ligeramente hacia las láminas.

Dentado: Borde de la lámina que presenta salientes parecidas a dientes.

Emarginado: Bulbo que está ampliamente desarrollado y presenta un margen distinguible en forma de anillo.

Escamoso: Píleo con escamas fibrilosas, perceptibles a simple vista y adheridas al píleo.

Espora: Unidad de propagación, basidiospora si se produce en basidios.

Estadístico Q: Cálculo que determina la forma de las esporas dividiendo el largo entre el ancho.

Fibriloso: Píleo que presenta fibrillas finas dispuestas irregularmente.

Fíbulas: Excrecencia (protuberancia) hifal por medio de la cual, en la división celular, se forma una conexión con la célula contigua.

Fimbriado: Borde laminar que presenta finos desgarres.

Flocoso: Píleo cubierto con fibrillas densamente aglomeradas.

Globoso: Queilocistidio esférico o casi esférico.

Hifas: Filamentos tubulares que representan la unidad estructural de la mayoría de los hongos, *Agaricus* posee hifas septadas.

Humícola: Basidioma que se desarrolla sobre la cubierta vegetal y superficial del suelo.

Ínfero: Anillo que, al tirar de él, se desprende hacia abajo.

Láminas: Estructura en forma de placa que contienen el himenio que produce los basidios y las basidiosporas.

Lamélulas: Láminas que no corren desde el margen hasta el estípite, sino que son más cortas.

Levantado: El borde del píleo se encuentra doblado ligeramente hacia arriba.

Marginado: Borde laminar de un color diferente al resto de la lámina.

Micelio: Masa de hifas que constituye el cuerpo de un hongo.

Pileipellis: Hifas encontradas en la superficie del píleo.

Piriforme: Cistidio en forma de pera.

Plano: Píleo en el que, el ancho es mucho mayor que la altura, donde prácticamente esta última no existe y está dada sólo por la superficie del píleo.

Plano-convexo: Píleo en el que se encuentra una forma intermedia a las referidas como plano y convexo.

Praticola: Basidioma que habita en praderas o pastos.

Poros germinal: Adelgazamiento en la parte apical de la pared de la espora por el que una hifa puede germinar.

Reacciones químicas: KOH 5%, positiva (+) amarillo o negativa (-) sin cambio; Schäffer, anilina y ácido nítrico, positiva (+) naranja o rojo o negativa (-) inmutable.

Recto: Margen del píleo que se encuentra totalmente expandido.

Rizomorfo: Hifas compactadas en forma de cordones gruesos, similar a las raíces de las plantas.

Saprobio: Organismo que se desarrolla sobre otro ser orgánico muerto o sobre sustancias orgánicas y utiliza estos sustratos como alimentos.

Silvícola: Basidioma que habita en bosques.

Subbulboso: Estípite cuyo ensanchamiento basal no llega a ser un bulbo claramente diferenciado.

Subclavado: Estípite con engrosamiento basal poco evidente.

Súpero: Anillo adherido al estípite en la parte superior formando así una capa colgante como falda.

Terrícola: Basidioma que se desarrolla en el suelo.

Umbonado: Centro del píleo con una protuberancia gradualmente redondeada.

Velo: Cubierta compuesta por hifas que, en *Agaricus*, protege al himenio en las primeras etapas del primordio y está compuesto por dos capas, por lo que es bivelangiocárpico. El velo interno se denomina velo parcial, también llamado anillo y el externo es el velo universal.

11. ANEXOS

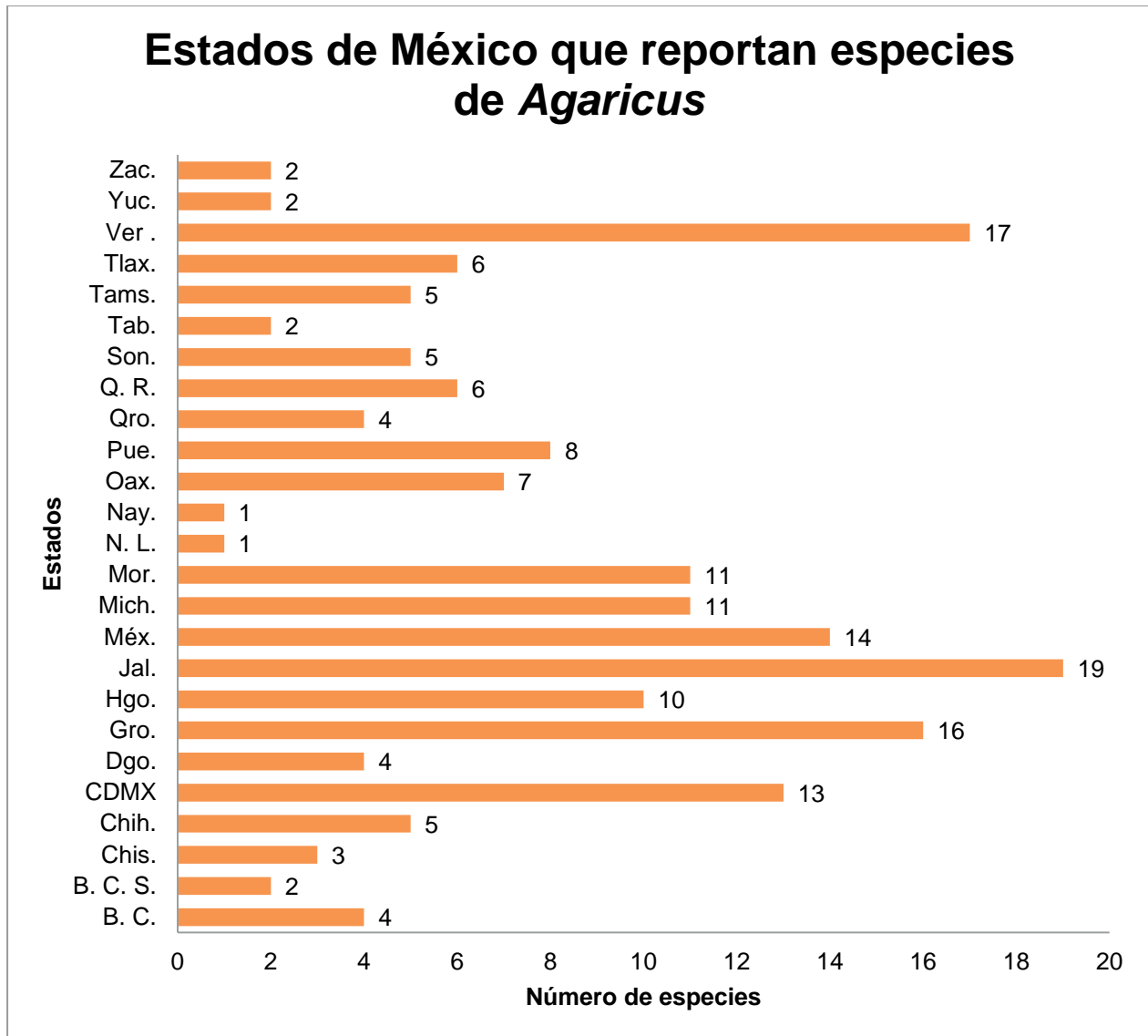
Anexo 1. Clasificación filogenética del género *Agaricus* propuesta por Zhao *et al.* (2016) con análisis multigénico basado en el criterio de divergencia en el tiempo.

Subgénero	Sección
<i>Agaricus</i>	<i>Agaricus</i>
<i>Flavoagaricus</i>	<i>Arvenses</i>
<i>Minores</i>	<i>Minores</i>
	<i>Laeticolores</i>
<i>Pseudochitonia</i>	<i>Bivelares</i>
	<i>Bohusia</i>
	<i>Brunneopicti</i>
	<i>Chitonioides</i>
	<i>Crassispori</i>
	<i>Flocculenti</i>
	<i>Hondenses</i>
	<i>Nigrobrunnescentes</i>
	<i>Rubricosi</i>
	<i>Sanguinolenti</i>
	<i>Trisulphurati</i>
	<i>Xanthodermatei</i>
	<i>Spissicaules</i>
<i>Amoeni</i>	
<i>Rarolentes</i>	
<i>Subrutillescentes</i>	

Anexo 2. Especies con validez nomenclatural (según el Index Fungorum) citadas para México y para el estado de Veracruz.

#	Especies válidas reportadas para la República Mexicana
1	<i>Agaricus abruptibulbus</i> *
2	<i>A. albolutescens</i> *
3	<i>A. altipes</i> *
4	<i>A. aridicola</i> *
5	<i>A. arvensis</i>*
6	<i>A. augustus</i>*
7	<i>A. bambusigenus</i>
8	<i>A. benesii</i> *
9	<i>A. benzodorus</i>
10	<i>A. bernardii</i>
11	<i>A. bisporus</i>*
12	<i>A. bitorquis</i> *
13	<i>A. campestris</i>*
14	<i>A. combonicus</i>
15	<i>A. comtulus</i>*
16	<i>A. crocodilinus</i>
17	<i>A. desertícola</i> *
18	<i>A. dulcidulus</i>
19	<i>A. endoxanthus</i>
20	<i>A. essettei</i> *
21	<i>A. fuscofibrillosus</i> *
22	<i>A. impudicus</i>*
23	<i>A. jodoformicus</i>
24	<i>A. maiusculus</i> *
25	<i>A. martineziensis</i> *
26	<i>A. moelleri</i>*
27	<i>A. osecanus</i> *
28	<i>A. pampeanus</i>

29	<i>A. pearsonii</i>
30	<i>A. phaeolepidotus</i> *
31	<i>A. placomyces</i> *
32	<i>A. porphyreus</i>
33	<i>A. porphyrizon</i>
34	<i>A. porphyrocephalus</i>
35	<i>A. pratensis</i> *
36	<i>A. quinquepartitus</i>
37	<i>A. rodmanii</i>
38	<i>A. semotus</i> *
39	<i>A. Singer</i>
40	<i>A. solidipes</i>
41	<i>A. subperonatus</i> *
42	<i>A. subrutilescens</i> *
43	<i>A. subrufescens</i> *
44	<i>A. sylvaticus</i> *
45	<i>A. sylvicola</i> *
46	<i>A. tlaxcalensis</i> *
47	<i>A. tollocanensis</i> *
48	<i>A. trinitatensis</i>
49	<i>A. umbellifer</i>
50	<i>A. variegatus</i>
51	<i>A. volvatulus</i> *
52	<i>A. xanthodermus</i> *
53	<i>A. xantholepis</i> *
54	<i>A. xuchilensis</i> *
Especies en negritas están presentes en el estado de Veracruz. El asterisco (*) al lado de la especie indica que hay descripción disponible en la bibliografía mexicana	



Anexo 3. Especies del género *Agaricus* reportadas en la bibliografía para México por entidad federativa (B.C.= Baja California; B.C.S.= Baja California Sur; Chis.= Chiapas; Chih= Chihuahua; CDMX= Ciudad de México; Dgo.= Durango; Gro.= Guerrero ; Hgo.= Hidalgo; Jal.= Jalisco; Mex.= México; Mich= Michoacán; Mor.= Morelos; N.L.= Nuevo León; Nay.= Nayarit; Oax.= Oaxaca; Pue.= Puebla; Qro.= Querétaro; Q.R.= Quintana Roo; Son.= Sonora; Tab.= Tabasco; Tams.= Tamaulipas; Tlax.= Tlaxcala; Ver.= Veracruz; Yuc.= Yucatán; Zac.= Zacatecas).

Anexo 4. Especies de *Agaricus* reportadas para Veracruz.

Subgénero	Sección	Especie	Propiedades	Vegetación
Agaricus	Agaricus	<i>Agaricus campestris</i> L. 1753	Comestible (Guzmán, 1977). Acción antidiabética (Gray y Flatt, 1998) Propiedades antibióticas (Calonge, 2011)	Bosque de <i>Pinus</i> y Bosque Mesófilo de Montaña (Welden y Guzmán, 1978)
Flavoagaricus	Arvenses	<i>A. arvensis</i> Schaeff. 1774	Comestible (Guzmán, 1977)	Bosque de <i>Pinus</i> , <i>Pinus-Quercus</i> y vegetación tropical (Welden y Guzmán, 1978; León y Guzmán, 1980)
		<i>A. augustus</i> Fr. 1838 (= <i>A. perrarus</i>)	Comestible (Guzmán, 1977)	Bosque de <i>Pinus</i> y <i>Pinus-Abies</i> (Guzmán y Villarreal, 1984)
		<i>A. sylvicola</i> (Vittad.) Peck	Comestible (Guzmán, 1977; Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)	Bosque de <i>Pinus</i> y <i>Pinus-Quercus</i> (Welden y Guzmán, 1978; Guzmán y Villarreal, 1984)
Minores	Minores	<i>A. comtulus</i> Fr.	Comestible	Bosque de <i>Pinus-Abies</i> , Bosque Mesófilo de Montaña o zonas urbanas (Medel <i>et al.</i> , 2015)
		<i>A. semotus</i> Fr.	Sin dato	Bosque de coníferas y Bosque Mesófilo de Montaña (Medel <i>et al.</i> , 2015)
Pseudochitonia	Bivelares	<i>A. bisporus</i> (J. E. Lange) Imbach 1946	Comestible (Guzmán, 1977). Actividad antidiabética (Calonge, 2011)	Bajo árboles de <i>Cupressus</i> , entre cultivos de papas o pastizales (Mata <i>et al.</i> , 2016)
		<i>A. pearsonii</i> Bon & Boisselet 1997	Sin dato	Sin dato
	Sanguinolenti	<i>A. sylvaticus</i> Schaeff.	Comestible	Bosque de <i>Pinus</i> (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)

	<i>Xanthodermatei</i>	<i>A. moelleri</i> Wasser 1976	Probablemente tóxico (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)	Bosque de <i>Pinus-Quercus</i> , Coníferas y Bosque Mesófilo de Montaña (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)
		<i>A. phaeolepidotus</i> (Möller) Möller	Tóxico	Bosque Mesófilo de Montaña (Medel <i>et al.</i> , 2015)
		<i>A. placomyces</i> Peck 1978	Comestible (Estrada-Martínez <i>et al.</i> , 2009)	Bosque de <i>Quercus</i> y <i>Pinus-Quercus</i> (Welden y Guzmán, 1978; León y Guzmán, 1980)
		<i>A. volvatulus</i> Heinem & Goos.-Font.	Sin dato	Bosque Mesófilo de Montaña (Bandala-Muñoz y Montoya, 1993)
		<i>A. xanthodermus</i> Genev.	Tóxico	<i>Cupressus benthamii</i> (Medel <i>et al.</i> , 2015)
<i>Spissicaules</i>	<i>Spissicaules</i>	<i>A. impudicus</i> (Rea) Pilát 1952	Comestible (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)	Bosque de <i>Quercus</i> , <i>Pinus-Quercus</i> y Bosque Mesófilo de Montaña (Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes, 1990)
	<i>Subrutilescentes</i>	<i>A. subrutilescentis</i> (Kauffman) Hotson y Stuntz	Sin dato	Bosque de <i>Pinus</i> (Medel <i>et al.</i> , 2015)
Ubicación dudosa		<i>A. xuchilensis</i> Murrill	Sin dato	Sin dato

Anexo 5. Trabajos de *Agaricus* de la República Mexicana de mayor importancia.

Autor	Año	Tipo de trabajo	México	Veracruz
Herrera y Guzmán	1972	Lista	2	2
Guzmán	1973	Lista	2	---
Guzmán	1977	Clave	12	---
Welden y Guzmán	1978	Lista	4	4
León y Guzmán	1980	Lista	4	4
Guzmán y Villarreal	1984	Lista	3	3
Montoya-Bello <i>et al.</i>	1987	Descripción	1	1
Bandala-Muñoz <i>et al.</i>	1988	Lista	19	---
Gutiérrez-Ruiz y Cifuentes	1990	Descripción y clave	14	4
Bandala-Muñoz y Montoya-Bello	1993	Descripción	1	1
Chacón <i>et al.</i>	1995	Descripción	2	2
Martínez-Carrera <i>et al.</i>	2001	Lista	10	---
López-Ramírez	2011	Lista	2	2
Mata <i>et al.</i>	2011	Lista	32	8
Pérez-Silva <i>et al.</i>	2011	Lista	1	1
Medel <i>et al.</i>	2015	Descripción	5	5

México: Número de especies reportadas para México en dicho trabajo. Veracruz:
Número de especies reportadas para Veracruz en dicho trabajo