



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIA BIOLÓGICAS



**“ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA FAMILIA BOLETACEAE
Y RUSSULACEAE (AGARICOMYCETES) EN ENCINARES
DEL SURESTE MEXICANO.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

PRESENTA:

BIOL. CARLOS ERNESTO GONZÁLEZ CHICAS

ASESORES:

DRA. SILVIA CAPPELLO GARCÍA

DR. JOAQUÍN CIFUENTES BLANCO

VILLAHERMOSA, TABASCO, MAYO 2017



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE”

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCION



MAYO 22 DE 2017

**C. CARLOS ERNESTO GONZÁLEZ CHICAS
PAS. DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **“ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA FAMILIA BOLETACEAE Y RUSULACEAE (AGARICOMYCETES) EN ENCINARES DEL SURESTE DE MÉXICO”**, asesorado por la Dra. Silvia Cappello García y Dr. Joaquín Cifuentes Blanco, sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado está integrado por la Dra. Nelly del Carmen Jiménez Pérez, Dr. Magdiel Torres de la Cruz, Dra. Silvia Cappello García, Dra. Susana del Carmen de la Rosa García y Dr. José Edmundo Rosique Gil.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**M. EN C. ROSA MARTHA PADRON LOPEZ
DIRECTORA**

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo

Miembro CUMEX desde 2008
Consortio de
Universidades
Mexicanas
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400, Fax (993) 354-4308 y 358-1579 E-mail: direccion.dacbiol@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“ESTUDIO TAXONÓMICO DE LA FAMILIA BOLETACEAE Y RUSULACEAE (AGARICOMYCETES) EN ENCINARES DEL SURESTE DE MÉXICO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el Día 22 de Mayo de 2017.

AUTORIZO



CARLOS ERNESTO GONZÁLEZ CHICAS

“Un día yo pregunté, abuelo, ¿dónde está dios? Mi abuelo se puso triste y nada me respondió, mi abuelo murió en los campos sin rezo ni confesión y lo enterraron los indios, flauta de caña y tambor. Hay un asunto en la tierra más importante que dios y es que nadie escupa sangre para que otro viva mejor”

*“No quiero volverme sombra, quiero ser luz y quedarme”
(Atahualpa Yupanqui).*

“Tú no puedes comprar el viento, tú no puedes comprar al sol, tú no puedes comprar la lluvia, tú no puedes comprar el calor, tú no puedes comprar las nubes, tú no puedes comprar los colores, tú no puedes comprar mi alegría, tú no puedes comprar mis dolores...”

“¡No puedes comprar mi vida!” (René Pérez).

DEDICATORIA

A ti Chula, que no tuviste pena de quererme, a ti, que me conoces mejor en las noches más oscuras y que supiste darme lo que nunca pude pedirte, esto no sería más que una mera intención sin ti...

A ti Chamuca, que encarnas mi más inmensa quietud y a la vez mis más profundos miedos, a ti, que por ahora no lo entiendes pero que sabes encontrarme cada vez que me pierdo, esto no tendría ningún sentido sin ti...

A usted chiquitita, que me enseñó que los pequeños huracanes también traen tranquilidad, que casi siempre es mejor poner más atención a lo visible que lo "invisible" y que la grandeza de las personas no se mide de la cabeza al suelo, si no con el tamaño de su corazón. Muchas gracias por adoptarme en muchos aspectos, simplemente esto no existiría sin usted...

A ustedes, la voz de la experiencia de mi vida, ustedes que nos piensan a pesar de la distancia y que a pesar de la distancia, seguimos siendo bendecidos siempre por sus buenos deseos...a mi familia salvadoreña, en especial a mis abuelos: Carlos y Elia...

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que siguen siendo mi refugio cuando las cosas no van bien, muchas gracias por el apoyo que durante toda mi vida me han brindado y disculpen que a veces y de algún modo todavía les siga “sangrando”.

A ustedes Dr. Joaquín Cifuentes y Rosalva Vázquez por aceptarme nuevamente como alumno, por la manutención alimenticia durante la estancia, por las buenas charlas y la buena música, por la experiencia de colectar en un bosque de hayas “hongos de verdad” (dirían ustedes), pero sobre todo por compartirme y enseñarme el gusto artesanal de la recolecta y la descripción de hongos macroscópicos, espero haber cumplido con mi parte del trabajo, fue un placer trabajar con ustedes.

A mis sinodales, la Dra. Nelly Jiménez, Dr. Magdiel Torres, Dra. Susana De la Rosa y el Dr. Edmundo Rosique por sus atinadas correcciones y sugerencias que enriquecieron y mejoraron este trabajo.

Nuevamente a mis hermanos micológicos: Abisag, Alina, Arantza, Mario (lolo y rastas), Perla y demás amigos que han pasado por el “Anexo” de la Dra. Silvia, por brindarme su ayuda cuando la necesité, espero haber respondido de la misma manera.

De manera particular a la familia Gómez de la Rosa por todas las atenciones que tuvieron con mi familia y conmigo, sobre todo en Teapa, muchas gracias Sergii y Dra. Susy.

A ti Santilla, por todas las sabrosuras Oaxaqueñas que me compartes, por preocuparte por mí y mi familia y por todas esas veces que me has salvado el pellejo cuando más lo he necesitado.

A ti Víctor, por orientarme cuando te lo he pedido en la tesis como en mi vida, por compartir conmigo lo mejor de lo peor, por la música, las charlas en el mango, las loqueras, los cumpleaños de Sofía...en fin, gracias carnal, es un honor ser parte de los pocos dedos que no te sobran de la mano.

Se agradece también a los colonos de los predios visitados, en especial a la familia Ramírez Baños del ejido El pípila por las atenciones brindadas.

Al Ingeniero Ricardo Ramírez por el apoyo y las facilidades brindadas en campo.

A mis amigos de toda la vida, Carlos May y Cristian Magaña por estar siempre al tanto de mi vida.

A ti Alondrita, por ayudarnos en la casa y ser como una hermana mayor para Sofía me has ayudado más de lo que crees.

Al proyecto “Biodiversidad selecta de Pantanos de Centla, Tabasco y Laguna de Términos, Campeche” con clave LH002 financiado por CONABIO.

A la UJAT – DACBIOL por todas las facilidades otorgadas para la realización de éste trabajo y a CONACYT por la beca de manutención brindada durante la realización de este trabajo.

A todos, ¡Muchas Gracias!

México.
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Diversidad de Hongos ectomicorrizógenos (HEMs) en el neotrópico.....	3
2.2. La Familia Boletaceae en el neotrópico.....	5
2.3 La Familia Boletaceae en México.....	6
2.4. Familia Russulaceae en el neotrópico.....	8
2.5. La Familia Russulaceae en México.....	9
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. OBJETIVOS	12
4.1. Objetivo general.....	12
4.2. Objetivos particulares.....	12
5. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1. Área de estudio.....	14
5.2. Recolecta de cuerpos fructíferos.....	15
5.3. Procesamiento de las muestras.....	15
5.4. Identificación taxonómica.....	15
5.5. Revisión y comparación de Herbarios.....	16
5.6. Análisis de resultados y elaboración de una clave dicotómica para la identificación de hongos de la Familia Boletaceae y Russulaceae asociados a <i>Q. oleoides</i>	16

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
7. RESULTADOS	26
7.1 Clave dicotómica para las especies boletoides y rusuloides encontradas en encinares del sureste Mexicano.....	30
7.2. Descripción de las especies encontradas.....	34
8. DISCUSIÓN	52
9. CONCLUSIÓN	53
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
11. ARTÍCULO CIENTÍFICO	57
12. LINEAMIENTOS DE PUBLICACIÓN	79
13. ANEXO	86

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Familias, géneros, secciones y subsecciones de los ejemplares recolectados según la clasificación de Singer, 1986.....	26
---	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Boletus roseoareolatus</i>	35
Figura 2. <i>Lactarius volemus var. flavus</i>	37
Figura 3. <i>Russula brevipes</i>	39
Figura 4. <i>Russula aff. dissimulans</i>	41
Figura 5. <i>Russula mephitica</i>	43
Figura 6. <i>Russula cf. amoena</i>	45
Figura 7. <i>Russula silvicola</i>	47
Figura 8. <i>Tylopilus aff. rubrobrunneus</i>	49
Figura 9. <i>Xerocomus hypoxanthus</i>	51
Figura 10. <i>Lactarius secc. dulces sp. 1</i>	87
Figura 11. <i>Lactarius subsec. Pyrogalini sp. 1</i>	88
Figura 12. <i>Lactarius volemus var. flavus</i> (Esporas vistas con MEB).....	89

1. INTRODUCCIÓN

México alberga una gran diversidad, esto se debe a su posición geográfica ya que es lugar de transición entre la zona Neártica y la zona Neotropical, además de su compleja orografía y su pasado geológico (CONABIO, 2010).

Los hongos son organismos sumamente diversos, actualmente son el segundo grupo de organismos más abundante con un total de 97,330 especies descritas, superado únicamente por los insectos (Kirk et al. 2008), una cita más actual menciona 132,848 especies (catalogue of life, 2016). Además de desempeñar un papel fundamental para el reciclaje de nutrientes en el suelo, desarrollan interacciones ecológicas vitales para el medio ambiente, como las micorrizas (Herrera y Ulloa, 2004). Esta asociación que se establece entre Macromicetos y árboles de interés forestal, generalmente ectomicorrizas, son de suma importancia para los bosques de todo el mundo, ya que desempeñan un papel fundamental en la absorción y reciclaje de nutrimentos, y pueden absorber fósforo y nitrógeno de fuentes orgánicas e inorgánicas (Bledsoe, 1992).

La Familia *Boletaceae* es monofilética y comprende 35 géneros, 787 especies y se distribuye en todo el mundo (Kirk et al. 2008), actualmente el catalogue of life (2016) presenta 80 géneros y 1,300 especies adscritas a la familia, los cuerpos fructíferos se caracterizan por presentar forma de seta, ser carnosos y en general, tener himenio con poros, aunque ésta última característica puede variar en algunos géneros (como *Phylloporus*). Microscópicamente en general presentan esporas elipsoides, a menudo desnudas, aunque también las hay ornamentadas (García-Jiménez et al. 2013).

La mayoría de los hongos de la Familia *Boletaceae* forman asociaciones ectomicorrícicas, por lo general se les encuentra asociados en zonas templadas a los fitobiontes de los géneros *Pinus*, *Alnus*, *Fagus*, *Abies*, *Pseudotsuga*, entre otros, aunque en México se han encontrado más especies en Bosques de *Quercus* que en otro tipo de vegetación (García-Jiménez y Garza-Ocañas, 2001). Para los latifolios tropicales, se reporta un bajo número de especies de la Familia

Boletaceae en comparación con estudios de zonas templadas, sin embargo, se les puede encontrar asociados a los géneros *Eucalyptus*, *Inga*, *Instia*, *Macrolobium*, *Ormosia*, *Salix* (Pérez-Moreno y Read, 2004) y de igual manera que en clima templado al género *Quercus*, ya que los encinos también crecen en climas tropicales (Nixon, 2006).

La Familia *Russulaceae* alberga 1,243 especies adscritas a cinco géneros, los dos géneros más representativos *Russula* y *Lactarius* con 1,200 especies descritas, son muy abundantes y ampliamente distribuidos entre los agaricoides ectomicorrízicos en el mundo (Kirk et al. 2008), por otro lado el catalogue of life (2015) enlista 15 géneros con 2,018 especies, de las cuales 1,693 están adscritas en los géneros *Russula* y *Lactarius*. Estos basidiomas se caracterizan por presentar un píleo de convexo a plano, casi siempre depresso al centro al menos cuando maduro, mayormente con colores intensos en el género *Russula*, siempre con un himenio laminar y que segrega látex al herir las láminas en *Lactarius*, en general, todo el basidioma es quebradizo en ambos géneros debido a la presencia de esferocistos. Microscópicamente presentan esporas subglobosas, ornamentadas, con apéndice hilar conspicuo y siempre presentan una reacción amiloide con reactivo de Meltzer. Todos son completamente simbioses ectomicorrizógenos, por lo que son de gran interés forestal y la mayoría son comestibles (Kong et al. 2002).

En México, en algunos lugares tienen un valor comercial por su comestibilidad, se asocian mayormente con hospederos vegetales del género *Quercus* de zonas templadas (Herrera y Guzmán, 1972), pero gracias a la existencia de *Q. oleoides* en el trópico, también podemos encontrar a este grupo fúngico en tierras tan bajas.

En Tabasco se encuentran fragmentos de encino tropical (*Quercus oleoides* Schltld. et Cham.) ubicados en los municipios de Balancán, Huimanguillo, Jonuta, Macuspana y Tenosique (Cámara et al. 2011; Rodríguez-Sandoval, 2012; Cámara y Cappello, 2013); estos árboles son relictos de un desplazamiento causado por

las últimas glaciaciones registradas y que lograron adecuarse a las condiciones climáticas cálido- húmedas de dicha zona (Pennington y Sarukhán, 2005).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el estatus taxonómico de la Familia Boletaceae y Russulaceae asociados a encino en Balancán, Tabasco norte de Chiapas, México.

2. ANTECEDENTES

2.1. Diversidad de Hongos ectomicorrizógenos (HEMs) en el neotrópico.

La diversidad de macromicetos en zonas tropicales, en especial ectomicorrizicos, ha sido siempre de gran interés científico debido a la gran cantidad de especies nuevas que albergan. Las primeras exploraciones micológicas al neotrópico datan de principios del siglo XVII con el viaje de Swartz en 1788 en el cual reporta numerosas especies de poliporoides (Lodge et al. 2002). En cuanto a hongos ectomicorrizógenos uno de los primeros trabajos se desarrollaron en Venezuela, estas exploraciones revelaron una gran cantidad de especies ectomicorrizógenas asociadas a hospederos arbóreos de la familia Fabaceae (Singer, 1952).

Posteriormente en 1983, Pegler, hace recolectas de macromicetos en las Antillas y encuentra una gran diversidad de Agaricales, incluyendo un gran número de especies de la familia Boletaceae y Russulaceae.

Singer et al. (1983), en una de las primeras exploraciones al amazonas de Brasil se obtuvieron diversos géneros ectomicorrizicos asociados a leguminosas y árboles de la Familia Dipterocarpaceae.

Uno de los primeros trabajos enfocados a hongos asociados al género *Quercus* fue realizado en Colombia, por Franco-Molano y Uribe-Calle (2000), quienes publican un listado de Boletales y Agaricales de Colombia asociados a *Q. humboldtii*, en el cuál reportan un total de 272 especies y/o variedades, nuevos registros para el país y algunas especies nuevas para la ciencia.

En Puerto Rico, en las islas de Mona y Guana, Orson et al. (2000), realizan exploraciones en dichos sitios reportando 11 especies de hongos potencialmente ectomicorrizógenos, de los cuales cinco especies son nuevas para la ciencia, los autores reportan especies principalmente del género *Amanita*, *Lactarius*, *Russula*, *Boletus*, *Phylloporus*, *Phlebopus* y *Suillus* asociadas a hospederos arbóreos de los géneros *Hyména* (Caesalpiniaceae), *Andira* (Papilionaceae) y *Coccoloba*, (Polygonaceae), principalmente *C. uvifera*.

Halling & Mueller, (2002), presentan un trabajo enfocado a la diversidad de macromicetos asociados a bosques de *Quercus* en Costa Rica y Colombia, con recolectas desde 1995, los autores reportan una gran diversidad de Agaricales y de Boletaceos, principalmente ectomicorrízicos asociados a éstos hospederos. Además de reportar especies nuevas para la ciencia, mencionan algunos aspectos de la distribución de HEMs en el neotrópico, tales como un notorio endemismo local, gran número de géneros similares, bajo número de especies similares y alta diversidad de macromicetos.

Lodge et al. (2002) en el mismo libro incluyen un capítulo con los resultados del proyecto de las grandes Antillas, en donde se realizaron recolectas durante 10 años de manera general, sin contemplar polyporoides se llegaron a determinar 325 especies adscritas a los órdenes Boletales, en el cual la mayoría de especies son estrictamente micorrízicas; y Agaricales, de los cuales, los géneros *Amanita*, *Hygrophorus*, *Hygrocybe*, *Inocybe* y *Entoloma* fueron los más abundantes y además son micorrízicos. Se discute que el 22 % son nuevas especies para la ciencia.

En Guyana, Henkel et al. (2002) realizan uno de los primeros estudios específicamente a hongos ectomicorrizógenos, reportando 75 especies y/o morfoespecies de HEMs asociados a hospederos arbóreos del género *Dicymbe* (Caesalpiniaceae) y *Aldina insignis* (Papilionaceae), las especies fúngicas encontradas pertenecen a las familia *Boletaceae*, *Agaricaceae*, *Russulaceae*, *Cortinariaceae*, *Cantharellaceae*, *Clavulinaceae* y *Entolomataceae*.

Mueller & Halling (2006), realizando un inventario fúngico de Agaricales (Boletoides y Agaricoides), Russulales y Polyporales, reportando cerca de 500 especies de macromicetos, estimando que la mitad son hongos ectomicorrízicos.

Henkel et al. (2012), presentan un estudio de diversidad de HEMs asociados a hospederos del género *Dicymbe*, leguminosa en Guyana, los autores recolectaron durante siete años cuerpos fructíferos en un ha de bosque dominado por dicho árbol, encontrando un total de 172 especies, de las cuales la mayoría son *Agaricomycetes*, las familias mejor representadas fueron Russulaceae con 29 especies, seguida de la familia Boletaceae con 25 especies. Cabe mencionar que este es el primer estudio de diversidad a largo plazo, pudiendo ser comparado con estudios llevados a cabo en zonas templadas.

2.2. La Familia Boletaceae en el neotrópico.

En los trópicos, la Familia Boletaceae ha sido estudiada ampliamente en las últimas dos décadas debido a que el número de nuevas especies encontradas por diversos micólogos en zonas tropicales ha ido en aumento, a su vez, esto es causa de la distribución y endemismo de comunidades de hospederos arbóreos que se asocian con éstos hongos en los trópicos (Halling & Mueller, 2002).

Uno de los primeros registros de nuevos boletoides del género *Phylloporus* lo hacen Singer y Gómez, (1984). Los autores realizan una revisión del género en Costa Rica, reportando dos especies y una variedad nueva para la ciencia micorrizando a hospederos del género *Quercus* y *Alnus*.

Henkel, (1999), en Guyana reporta por primera vez cinco especies del género *Tylophilus* asociados a un bosque de Leguminosas del género *Dicymbe*, de las cuales dos fueron nuevas para la ciencia.

Ortiz et al. (2007) realizan un detallado estudio sobre boletoides de Belice y República Dominicana, en este estudio se describen especies nuevas para América y se desarrollan claves taxonómicas de las especies de ambos países.

Paralelamente Fulgenzi et al. (2007) Reportan una nueva especie para la ciencia del género *Tylopilus* (*T. orsonianus*), además de reportar por vez primera en Guyana *T. eximius*, ambos asociados al hospedero arbóreo *Dicymbe corymbosa*.

Posteriormente Fulgenzi et al. (2008) reportan a *Boletellus exiguus* y *B. dicymbophilus* como especies nuevas para la ciencia, también asociados a *D. corymbosa* en Guyana.

Fistulinella cinereoalba sp. nov. es reportada por primera vez para la ciencia por Fulgenzi et al. (2010), además se registra por primera vez *Austroboletus rostrupii* y *A. festivus* en Guyana, dichas especies asociadas a hospederos del género *Dicymbe*.

Neves & Halling, (2010) realizan un exhaustivo estudio del género *Phylloporus* (Boletaceae) del neotrópico y norte américa, donde describen 17 especies de las 24 reportadas para el trópico, además reportan *P. alborufus* como especie nueva para la ciencia.

Recientemente en China, Wu et al. (2014) realizan un extenso estudio filogenético y molecular en la familia Boletaceae en donde redefinen siete clados mayores a nivel subfamilia y revelan 22 nuevos clados a nivel género, haciendo una reestructuración en la sistemática y taxonomía de este grupo, esto producto de trabajos anteriores en donde se publicaron nuevos géneros para la ciencia adscritos a la familia Boletaceae, tales como *Zangia* (Li et al. 2011), *Corneroboletus* (Zeng et al. 2012), *Sutorius* (Halling et al. 2012), *Borofutus* (Hosen et al. 2013), *Caloboletus* (Zhao et al. 2014), *Crocinoletus* (Zeng et al. 2014), todos ellos encontrados en partes tropicales de China, a excepción de *Sutorius*, que también ha sido reportado en Norteamérica y otros países Asiáticos.

2.3 La Familia Boletaceae en México

En México también se han realizado numerosos trabajos enfocados a diversos géneros de la Familia Boletaceae (Murril, 1910; Singer, 1957; Guzmán, 1966;

Pérez-Silva, 1970; Cappello y Cifuentes, 1982; Guzmán y Guzmán-Dávalos, 1984; Montoya y Bandala, 1987), entre otros.

Uno de los trabajos más completos de hongos “boletoides” enfocados es el de Singer et al. 1990; 1991 y 1992, los autores realizaron exploraciones a lo largo del sureste mexicano y américa central, describiendo numerosos taxones de la familia Boletaceae, muchos de los cuales fueron nuevos para la ciencia.

Boletellus singerii es descrito como especie nueva por González-Velázquez y Valenzuela, (1995), asociado a bosque de pino-encino en el Estado de México.

No obstante, uno de los trabajos más extensos es el de la Familia Boletaceae en México realizado por García-Jiménez, (1999), éste detalla la taxonomía, ecología y distribución de ésta.

Después García-Jiménez y Garza-Ocaña, (2001) presentan un estudio sobre el conocimiento de los hongos de la Familia Boletaceae, en nuestro país, sintetizando la información de este grupo fúngico y sus hospederos vegetales.

En 2004, Bandala y colaboradores reportan *Phlebopus portentosus* y *Phylloboletellus chloephorus* en una plantación de café en el sureste de México, creciendo cercanos a hospederos del género *Enterolobium*, *Ficus*, *Inga* y *Spondias*.

Montoya y Bandala, (2011), reportan una nueva especie del género *Phylloporus*, asociado a *Fagus grandifolia* var. *Mexicana* en la región subtropical del centro de Veracruz, México.

García-Jiménez et al. (2013) Presenta un trabajo de tesis doctoral con un estudio de los macromicetos del estado de Tamaulipas, donde reporta numerosas especies de la familia Boletaceae y diversos macromicetos más, incluyendo taxones de los géneros *Russula* y *Lactarius*. Posteriormente y como producto de la tesis publica dos nuevas especies del género *Boletus* para la ciencia asociadas a árboles del género *Quercus* en los estados de Nuevo León y Tamaulipas, México.

2.4. Familia Russulaceae en el neotrópico.

De igual manera que en la Familia Boletaceae, la diversidad de este taxón en zonas tropicales ha sido de suma importancia para la micología, pues también se estima que exista un gran número de especies desconocidas en éstas zonas. Las exploraciones en el neotrópico empiezan a principios de los años 50, aunque no han sido tan constantes como en la familia Boletaceae. Singer, (1952) realiza las primeras exploraciones de las que se tiene registros en Venezuela y Trinidad y Tobago, reportando por primera vez para la ciencia a *Russula aosma*, *R. dennissi*, *R. metachromatica*, *R. venezueliana*, *Lactarius neotropicus* y *L. panuoides*.

Años después Singer, (1990) realizando recolectas en México y Costa Rica reporta por primera vez en México *Lactarius echinatus* y asociadas al género *Quercus* en Costa Rica a *Russula lepidiformis*, *R. flavisiccans* y *R. arcyospora*, esta última como nueva especie para la ciencia.

De las exploraciones de macromicetos en Guyana, Henkel et al. (2000) realizan un estudio sobre la sistemática de tres especies de la sect. *Panuoidei* del género *Lactarius*, *L. panuoides* y *L. campinensis* son recolectados en Guyana asociados al hospedero *Dicymbe corymbosa* y *L. uyedae* es recolectado en Japón en un bosque de Fagacias. Los autores muestran notas sobre el estatus ectomicorrízico de las tres especies y proponen un nuevo género para *L. campinensis*.

Buyck y Obrevo (2002) Reportan una nueva especie del género *Russula* para la ciencia, *R. panamae*, además de ampliar la distribución de *R. aucarum*, *R. puiggarii*, y *R. venezueliana* citándolas por vez primera en Panamá.

Miller et al. (2002) reportan dos especies nuevas del género *Lactarius*, *L. brunellus* y *L. multiceps*, ambas son de tipo pleurotoide, y asociadas a *D. corymbosa* en Guyana.

Buyck y Halling (2004) publican por primera vez dos especies del género *Russula* asociadas a bosques de *Quercus* en Costa Rica, *R. cartaginis* y *R. quercophila*.

Además se analizan sus relaciones con especies del mismo género de norte américa.

Posteriormente, Hennicke y Piepenbring, (2008) reportan por primera vez en Panamá a *Russula aff. densissima*, *R. luteotacta*, *R. mexicana* y *Lactarius aff. lilacinus*. Los autores mencionan que este es el primer reporte de *R. aff. densissima* en el continente americano.

En la Guyana francesa Miller et al. (2012) reportan cuatro especies nuevas para la ciencia, *Russula myrmecobroma*, *R. paxiliformis* y *R. gelatinivelata*, además de una especie del género *Lactifluus*, *L. subiculatus*.

Recientemente en el 2013, *Lactifluus aurantiorugosus* es reportado por primera vez para la ciencia en el sureste de Brasil por Sá y Wartchow.

2.5. La Familia Russulaceae en México

En México, a pesar de que el género *Russula* es de interés forestal por sus asociaciones ectomicorrízicas (Kong, et al. 2002), hay pocos estudios en comparación con los que existen para la Familia Boletaceae, destacan (Herrera y Guzmán, 1972; Bandala-Muñoz, et al. 1988; Acosta y Kong, 1991; Kong, 1998). En (Kong et al. 2002).

Chacón, (1995) reporta por vez primera en México a *Russula mephitica*, asociado a *Quercus* en un bosque mesófilo de montaña de Xalapa, Veracruz.

Kong et al. (2002) reporta como nueva especie para la ciencia a *Russula herrerae* asociada a encino en Tlaxcala, México.

Montoya y Bandala (2003 y 2005) han estudiado ampliamente al género *Lactarius* en México. En (2008), en bosque mesófilo de montaña los autores reportan por primera vez en México a *Lactarius areolatus*, *L. minusculus* y *L. strigosipes*, éste último como nueva especie para la ciencia.

De nuevo Montoya et al. (2010) presentan evidencia de la simbiosis ectomicorrízica del hospedero arbóreo *Fagus grandifolia* var. *mexicana* con los

macromicetos *Lactarius badiopallescens* y *L. cinerius* basándose en secuenciación de ADN en un bosque subtropical del sureste mexicano.

Recientemente en Tlaxcala Kong et al. (2015), realizaron un detallado estudio con enfoque filogenético de la asociación micorrízica entre el hospedero *Monotropa uniflora* (Ericaceae) y la familia Russulaceae, mediante herramientas de biología molecular se encontró mayor dominancia del género *Russula* en la asociación con un total de doce clados bien soportados y trece especies asociadas.

En Tabasco se han hecho numerosos trabajos de diversidad de hongos que crecen en algún tipo de vegetación (Cappello et al. 2010; Olmedo-López, 2011 y Gómez-García, 2012) y algunos estudios taxonómicos (Marín-Romero, 2001; Cappello 2001, Morales López, 2014; Díaz-Contreras, 2014; Avalos-Lázaro, 2014), el único estudio específicamente de hongos ectomicorrizógenos es el de González-Chicas, (2014) donde reporta para el municipio de Balancán los géneros *Russula*, *Tylopilus* y *Phylloporus centroamericanus* entre otros.

Por lo anterior, se puede observar que existen numerosos estudios enfocados a estas dos familias en el neotrópico y en el país, sin embargo para las zonas tropicales de México hay muy pocos datos, incluso para Tabasco no existen estudios específicos sobre estos dos grupos de gran interés, siendo necesario profundizar en su estudio.

3. JUSTIFICACIÓN

En relación a la diversidad vegetal mundial se calcula que existen 1,500,000 especies de hongos en el mundo (Hawksworth, 2005), de acuerdo con dicha estimación y tomando en cuenta que se tienen 97,330 especies registradas (Kirk et al. 2008) se conoce poco más del 6% de las especies del reino Fungi, haciendo de este grupo el menos estudiado, se estima que la mayoría de ese 94% de especies sin conocer se encuentra en el trópico (Guzmán, 1998; Cappello, 2006).

Por otro lado, en México existen 161 especies de encinos (Valencia, 2004). Se estima que a nivel mundial existen entre 400 y 500 especies de *Quercus* (Nixon et

al. 1997; Manos et al. 1999), de las cuales en nuestro país estarían representadas del 32.2 al 40.2% de las especies del género; de las 161 especies registradas 109 son endémicas; esto ubica a México como el centro de riqueza y endemismo de encinares. Tomando en cuenta la alta diversidad del reino Fungi, el escaso conocimiento de estas taxas en el trópico y la gran cantidad de endemismo del género *Quercus* en nuestro país se estima que los relictos de *Q. oleoides* pueden albergar especies nuevas para la micología.

Sin embargo el crecimiento de las poblaciones humanas, la demanda de alimento y la necesidad de viviendas de ésta han contribuido a la desaparición de la mayoría de los bosques del mundo y con ellos su diversidad biológica, a tal punto que desaparecen especies sin antes haberlas reportado, sobre todo en países tropicales en vías de desarrollo; paralelo a esto los estudios taxonómicos son rezagados, puesto que los taxónomos especialistas de los diversos organismos son un mínimo en comparación con los taxa desconocidos para la ciencia.

Por otro lado, se estima que los encinares tropicales pudieron ser un importante refugio florístico y faunístico durante el Pleistoceno por su ubicación latitudinal, (Prance, 1982); por lo tanto es importante conocer la biota asociada a estos y desarrollar estrategias para detener su pérdida y favorecer su recuperación, ya que al obtener un inventario completo se pueden tomar mejores decisiones al momento de planificar y desde el punto de vista ecológico y económico tiene un gran valor para el manejo de estos sitios, como por ejemplo la utilización de especies fúngicas nativas para inocular plántulas de *Q. oleoides* con fines de reforestación.

En Tabasco la población de encinos tropicales es sumamente vulnerable, ya que, además de tener gran uso maderable, estos espacios se ven impactados por la ganadería y la agricultura, sobre todo en los municipios de Balancán y Tenosique, donde la ganadería representa la mayor fuente de ingresos (Challenger, 1998), reflejo de esto es que actualmente Tabasco posee menos del 5% de sus selvas originales (Tudela, 1991).

Con la pérdida de este ecosistema también se pierden los hongos asociados a estos, sin que tengamos oportunidad de conocerlos, como el caso de los hongos de la Familia Boletaceae y Russulaceae, que a pesar de que son grupos fúngicos ampliamente estudiados a nivel mundial y en la parte norte y centro de nuestro país, en zonas tropicales se tiene pocos trabajos específicos de estos grupos de gran interés, o incluso nulos como sucede en el estado de Tabasco.

Por lo planteado anteriormente, urge la realización de estudios taxonómicos sobre esta asociación micorrizica con encinos de Tabasco ya que existe una carrera contra el tiempo, entre el conocimiento y la desaparición de estos organismos.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Conocer la diversidad de hongos de la Familia *Boletaceae* y *Russulaceae* asociados a encinos tropicales.

4.2. Objetivos particulares.

- Realizar un listado taxonómico de hongos ectomicorrizógenos de la Familia *Boletaceae* y *Russulaceae* asociados a *Q. oleoides* en Balancán, Tabasco y una zona del norte de Chiapas.
- Elaborar una clave dicotómica de identificación de hongos de la Familia *Boletaceae* asociados a *Q. oleoides* en la zona de estudio.
- Realizar descripciones detalladas de las especies encontradas.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de estudio

El área de estudios está ubicada en el municipio de Balancán y zonas limítrofes del municipio de Jonuta.

En el municipio de Balancán

Clima: En la clasificación de Köppen modificado por García (1985) el clima corresponde al cálido-subhúmedo (Am) con lluvias en verano de mayor humedad, la precipitación es de 1200 a 1400 mm en los meses de Mayo a Octubre y la lluvia presente en esos meses es de 30 a 59 días, la precipitación en los meses de Noviembre – Abril es de 400 a 500 mm (INEGI, 2001).

Geomorfología y suelo: La sabana de Balancán se encuentra en la llanura aluvial caracterizada por las planicies costeras del golfo de México (INEGI, 2000), constituyendo una gran área plana de origen aluvial con sedimentos profundos del pleistoceno; gran número de materiales primarios fueron depositados en una especie de fosa, que al efecto de la lixiviación e intemperismo dio origen a suelos arenosos ricos en aluminio y hierro, pálidos, con pH ácido y bajos contenidos de bases intercambiables. Estos suelos se catalogan en los grupos como el Luvisol, Cambisol y Acrisol que se consideran como suelos ácidos. La clasificación de la textura de suelos es migajoso arenoso (Rodríguez-Sandoval, 2012).

Vegetación. Corresponde a la selva mediana, Guayabito (*Psidium sartorianum*) selva baja caducifolia, Pochóte (*Cochlospermum vitifolium*) vegetación de aguadas y lagunas, también se observa el zapote (*Pouteria sapota*) y en la sabana hay abundancia de cornezuelo (*Acacia cornígera*), nance (*Byrsonima crassifolia*), curata (*Curatella americana*), tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), Kánasin (*Lonchocarpus rugosus*) tinto (*Haematoxylum campechianum*) muy asociados a los encinares (*Quercus oleoides*). (Rodríguez-Sandoval, 2012).

En zonas limítrofes de Jonuta

Clima: Se registra un clima Cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano Am (f), el régimen térmico medio anual oscila entre 24° a 28° C, la precipitación total anual fluctúa de 1500 a 3000 mm y el porcentaje de lluvia invernal en general es mayor de 10.2. El mes más cálido es mayo con un registro en la estación meteorológica de Emiliano Zapata (27-034) de 29.6°C. Enero es el más frío con un registro de hasta 22.0°C en la estación El Carmelo (27-005). La cabecera municipal de Playas de Catazajá tiene una temperatura media anual de 26.4°C y una precipitación pluvial de 2322 mm al año.

En general, los meses más lluviosos son septiembre y octubre con hasta 486.9 mm registrados, por el contrario, los meses más secos son Marzo y Abril con hasta 33.4 mm de precipitación. Las características climáticas de la región propiciaron el desarrollo de selva alta perennifolia; la cual ha disminuido drásticamente; por otro lado en las zonas lacustres y pantanosas crece tular y popal. (INEGI, 2001).

Geomorfología y suelo: El relieve es plano con algunas hondonadas ocupadas por lagunas y pantanos, su geología es de materiales arcillosos y de origen aluvial, el suelo es hidromórfico presentando un drenaje interno y externo demasiado deficiente, el uso de suelo es principalmente pecuario (Gutiérrez- Báez, 2004). El área de muestreo pertenece a la zona fisiográfica de Lomeríos según Palma-López *et al.* (2007), la cual se caracteriza por presentar suelos de tipo Acrisoles y Cambisoles, asociados con Luvisoles hacia la parte más serrana.

Vegetación: La vegetación más visible en la zona es pastizales, zonas de cultivo y ganadería asociada a pequeños fragmentos de encino tropical (*Quercus oleoides*), en la parte más al sur se puede observar selva mediana subperennifolia de púcté (*Bucida buceras*) asociado con Guarumo (*Cecropia obtusifolia*), Candelero (*Cordia collococca*), Higuera (*Ficus pertusa*), Skok (*Inga vera*), Kansín (*Lonchocarpus rugosus*) que se va reduciendo por la explotación ganadera de la zona y se restringe hacia la laguna de Catazajá.

Hidrología: El área de estudio en su totalidad se encuentra dentro de la cuenca (A) río Usumacinta. Presenta patrón de drenaje anastomosado irregular, con meandros, pequeños lagos y canales. La corriente principal, como su nombre lo indica, es el río Usumacinta. Las características topográficas del terreno condicionan el curso de los ríos, así como los fenómenos de sedimentación. Bajo estas condiciones el río Usumacinta ha llegado a un grado de equilibrio entre la pendiente y la depositación (evidencia de su madurez), que ha originado cursos sinuosos, meandros, cauces abandonados y extensas llanuras de inundación. Los usos del agua superficial son para vías de comunicación, abastecimiento a centros poblacionales y en menor escala a industrias. Es el sistema hidrológico mejor conservado del Estado.

5.2. Recolecta de cuerpos fructíferos

Se realizaron recorridos en los sitios de estudio, donde se recolectarán basidiomas de manera aleatoria (Casal, 2003), buscando aquellos cuerpos fructíferos que presenten características boletoides y russuloides. Los sitios fueron visitados en temporada de lluvias entre febrero del 2015 a febrero de 2016. Cada recolecta fúngica fue fotografías en campo y en laboratorio.

5.3. Procesamiento de las muestras

Los basidiomas se describieron siguiendo las reglas básicas en micología (Cifuentes *et al*, 1986; Cappello *et al*, 2006), se utilizó la guía de colores Küppers (2002) para referenciar el color de las estructuras de los hongos en fresco, además se etiquetó cada ejemplar indicando fecha de colecta, localidad, nombre y número de colector. Posteriormente todo el material se herborizó y se depositó en el Herbario UJAT.

5.4. Identificación taxonómica

En cuanto a la posición taxonómica y la correcta escritura de los nombres se tomó en cuenta el diccionario de Kirk *et al*. (2008), y la base de datos de Index Fungorum y Mycobank.

La identificación de los ejemplares se llevó a cabo mediante un análisis de caracteres macroscópicos y microscópicos (Figura 1). Para las observaciones microscópicas se realizaron cortes histológicos rehidratando el material con agua, hidróxido de potasio (KOH) al 5 % y colorantes como rojo congo y reactivo de Meltzer; posteriormente se observaron con un microscopio Carl Zeiss Axiostar plus de luz traslucida y contraste de fases con objetivos de 4X, 10X, 40X y 100X. La medición de las estructuras se realizará con ayuda de una cámara Cannon Powershot montada en el microscopio mediante un adaptador óptico y el programa AxioVision 40 v4.7.1.0 (2003). Para las estructuras microscópicas se utilizó la terminología de Largent et al. (1977), para la identificación taxonómica se consultó claves especializadas y artículos científicos.

5.5. Revisión y comparación de Herbarios

Se revisaron los ejemplares depositados en el Herbario UJAT correspondientes a los municipios de Balancán y norte de Chiapas y se consideraron los que pertenezcan a la Familia Boletaceae, la Familia Russulaceae y los que presenten características de estos grupos. Se evaluaron los caracteres macro y microscópicos para su revisión.

Una vez finalizadas las recolectas se visitó el Herbario FCME para comparar y corroborar los taxones encontrados.

5.6. Análisis de resultados y elaboración de una clave dicotómica para la identificación de hongos de la Familia Boletaceae y Russulaceae asociados a *Q. oleoides*

Posteriormente los ejemplares se determinaron y describieron detalladamente para elaborar una clave taxonómica para la identificación de los hongos de la Familia Boletaceae asociados a *Q. oleoides*.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avalos Lázaro, A. A. (2014). *Estudio taxonómico de la Familia Clavariaceae en el sureste de México*. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.
- Bandala, V., Montoya, L., Jarvio, D. (2004). Two interesting records of Boletes found in coffee plantations in Eastern Mexico. *Persoonia* 18(3), 365-380.
- Bessette, A. E., Roody, W.C. & Bessette, A. R. (2000). North American Boletes, A color guide to the Fleshy Pored Mushrooms, E.U.A. Syracuse University press.
- Binder, M. y Bresinsky, A. (2002). Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia*, 94 (1): 85-98.
- Binder M, Hibbett DS. 2006. Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98: 971-981. doi:10.3852/mycologia.98.6.971
- Bledsoe, S. (1992). Physiological ecology of ectomycorrhizae: Implication for field application. En: *Mycorrhizal functioning: and integrative plant-fungal process*. Ed. Michael F. Allen. Routledge, Chapman y Hall, Inc. P. 424-437.
- Bessette, A. E., Roody, W.C. & Bessette, A. R. (2000). North American Boletes, A color guide to the Fleshy Pored Mushrooms, E.U.A. Syracuse University press.
- Bon, M. (1988). *Guía de campo de los hongos de Europa*. Barcelona, España: Omega.
- Buyck, B., Ovrebo, C. (2002). New and interesting *Russula* species from Panamá. *Mycologia*, 94(5): 888-901.
- Buyck, B., Halling, R. (2004). Two new *Quercus*-associated *Russulas* from Costa Rica and their relation to some very rare North American species. *Cryptogamie, Mycologie*, 25 (1): 3-13.
- Cámara, C.L.C., Hernández-Trejo, H., Castillo-Acosta, O., Galindo-Alcántara, A., Morales, A., Zequeira-Larios, C., Rullán-Ferrer,

- C...Guadarrama, M. (2011). *Estudio Regional Forestal de la UMAFOR de los ríos. Informe técnico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)-División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Tabasco. México: CONAFOR.*
- Cámara y Cappello. (2013). *Manual del jardín botánico universitario José Narciso Roviroso*. Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 - Cappello, G., S. (2001). *Contribución al conocimiento de los Aphylophorales de la madera en el estado de Tabasco, México*. Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Córdoba, Córdoba, España.
 - Cappello García S. (2006). *Hongos del YUMKA'*. Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 - Cappello, G., S., Díaz-Contreras, A. y López-Hernández, E. (2010). La diversidad de los hongos de la sierra. In L. López-Hernández (Ed.), *Educación Ambiental para la conservación de la biodiversidad, bases de información para la sierra de Tabasco* (pp. 67-87). México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
 - Casal, J. y Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Revista de. Epidemiología y. Medicina Preventiva*. 1, 3-7.
 - Catalogue of life. (Species 2000 ITIS). (2000). Consultado 02-12-2016 en <http://www.catalogueoflife.org/col/browse/tree?0f8fe151cfccd81fe27598f856a5e632>.
 - Chacón, S. (1995). Nuevos registros del Agaricales (Fungi) de México. *Acta Botánica Mexicana* 30, 9-12.
 - Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro*. México D.F. México: CONABIO-Instituto de Biología, UNAM - Agrupación Sierra Madre.
 - Cifuentes J., Villegas M. y Pérez-Ramírez L. (1986). *Hongos: In lot A. y F. Chaing*. Compiladores. *Manual de herbario*. México D.F. México: Consejo nacional de la flora de México A.C.

- Díaz - Contreras, A. A. (2009). *Diversidad de Hongos Macroscópicos en las Sierras Poaná, Tapijulapa y El Madrigal en los municipios de Tacotalpa y Teapa, Tabasco*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Díaz-Contreras, A. A. (2014). *Revisión taxonómica de la Familia Hygrophoraceae en Agua Blanca, Macuspana, Tabasco*. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Franco-Molano, A., E. y Uribe-Calle, E. (2000). Hongos Agaricales y Boletales de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(1), 25-43.
- Fulgenzi, T., Henkel, T. & Halling, R. (2007). *Tylopilus orsonianus* sp. nov. and *Tylopilus eximius* from Guyana. *Mycologia* 99(4), 622-627.
- Fulgenzi, T., Mayor, J., Henkel, T. & Halling, R. (2008). New species of *Boletellus* from Guyana. *Mycologia* 100(3), 490-495. doi:10.3852/07-170R
- Fulgenzi, T., Halling, R. & Henkel, T. (2010). *Fistulinella cinereoalba* sp. nov. and new distribution records for *Austroboletus* from Guyana. *Mycologia* 102(1), 224-232. doi: 10.3852/09-059
- García, E. (1985). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie de libros*. (Quinta edición). México D. F., México: Instituto de Geografía. UNAM.
- García-Gerónimo, M. (2014). *Distribución, diversidad y estructura arbórea en fragmentos de encinos sobre terrazas en Huimanguillo, Tabasco, México*. Tesis de Maestría en Ciencias ambientales, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- García Jiménez, J. (1999). *Estudio sobre la taxonomía, ecología y distribución de algunos hongos de la Familia Boletaceae (Basidiomycetes, Agaricales) de México*, Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- García Jiménez, J. (2013). *Diversidad de macromicetos en el estado de Tamaulipas, México*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, Nuevo León, México.

- García-Jiménez, J. y Garza-Ocañas, F. (2001). Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL*. Vol. IV, N. 3.
- García-Jiménez, J., Singer, R., Estrada, E., Garza-Ocaña, F. & Valenzuela, R. (2013). Dos especies nuevas del género *Boletus* (Boletales: Agaricomycetes) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, S152-S162, doi: 10.7550/rmb.31988
- Gómez, García V.H. (2012). *Diversidad de Hymenomyces Agaricoides presentes en selva mediana perennifolia de canacoite (Bravaisia integerrima) del estado de Tabasco, México*. Tesis de Licenciatura en biología, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México.
- Gutiérrez-Báez C. (2004). Listado florístico del norte de Chiapas: Catazajá y Límites con Palenque. *Polibotánica*, Num. 17, 107-124.
- Guzmán, G. (2008). Análisis de los estudios de Macromycetes en México. *Revista mexicana de micología*, (28), 7-15.
- Halling, R., E. and Mueller, G.M. (2002). Agarics and Boletes of Neotropical oakwoods. In R. Watling, J.C. Frankland, A.M. Ainsworth, S. Issac and C.H. Robinson (Eds.), *Tropical Mycology, Vol. 1*, Macromycetes (pp. 1-10). Inglaterra, Liverpool: British Mycological society.
- Halling, R., Nuhn, M., Fechner, N., Osmundson, T., Soyong, K., Arora, D., Hibbett, D. & Binder, M. (2012). *Sutorius*: a new genus for *Boletus eximius*. *Mycologia* 104 (4): 951-961. DOI: 10.3852/11-376
- Hawksworth, D. L. (2005). The biodiversity of fungi and its human relevance. En: *Biodiversity of Fungi: their role in human life*. In S. K. Deshmukh, M. K. Rai (Ed.). *Science Publishers* (pp. 180-200), New Hampshire, E.U.A.Enfield.
- Herrera, T. y Ulloa, M. (2013). *El reino de los hongos: Micología básica y aplicada*. México D.F., México: Fondo de cultura económica de España.
- Henkel, T., W. (1999). New taxa and distribution records of *Tylopilus* from *Dicymbe* forests of Guyana. *Mycologia* 91(4), 655-665.

- Henkel, T., Aime, M. & Miller, S. (2000). Systematics of pleurotoid Russulaceae from Guyana and Japan, with notes on their Ectomycorrhizal status. *Mycologia* 92(6), 1119-1132.
- Henkel, T., Terborgh, J. & R. Vilgalys. (2002). Ectomycorrhizal fungi and their leguminous hosts in the Pakaraima Mountains of Guyana. *Mycological Research*, 106(5), 515-531.
- Henkel, T., Aime, M., Chin, M.,L., Miller, S.,L., Vilgalys & Smith, M. (2012). Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in *Dicymbe* monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodivers Conserv*, doi: 10.1007/s10531-011-0166-1
- Hennicke, F., Piepenbring, M. (2008). Critical review of recent records of Russulaceae from Panama. *Mycotaxon* 106, 455-467.
- Hesler, L.R.; Smith, A.H. 1979. North American species of *Lactarius*. :1-841
- Hosen, M.I., Feng, B., Wu, G., Zhu, X., Li, Y. & Yang, Z. (2013). *Borofutus*, a new genus of Boletaceae from tropical Asia: phylogeny, morphology and taxonomy. *Fungal diversity* 58: 215-226. DOI: 10.1007/s13225-012-0211-8
- INEGI. (2009). Cuaderno estadístico municipal. Gobierno del estado de Tabasco y H. Ayuntamiento constitucional de Balancán, Tabasco, México.
- Kirk, P.M., Cannon, P.F., David, W.M. y Stalpers J.A., (2008). *Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi*. (Ten edition), Wallingford, Inglaterra: CABI. International.
- Kong, A., Montoya, A. & Estrada-Torres, A. (2002). *Russula herrerae*, new species with marginal veil from México. *Micologia*, 94, (2), 290-296.
- Kong, A., Cifuentes, J., Estrada-Torres, A., Guzmán-Dávalos, L., Garibay-Orijel, R. & Buyck, B. (2015). Russulaceae associated with Mycoheterotroph *Monotropa uniflora* (Ericaceae) in Tlaxcala, México: A phylogenetic approach. *Cryptogamie, Mycologie* 36(4): 479-512. DOI: doi/10.7872/crym/v36.iss4.2015.479
- Largent DL, Johnson D, Watling R. 1977. How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. Eureka, CA, Mad River Press.

- López, M. R. (1980). *Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas*. Primera edición. Villahermosa, Tabasco: Universidad Autónoma Chapingo.
- Li, Y., Feng, B. & Yang, Z. (2011). *Zangia*, a new genus of Boletaceae supported by molecular and morphological evidence. *Fungal diversity* 49: 125-143. DOI: 10.1007/s13225-011-0096-y
- Manos, P. S., Doyle, J. J. and Nixon, K. C. (1999). Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetic Evolution*. 12: 333-349.
- Marín-Romero, J. (2001). *Contribución al conocimiento taxonómico de los Gasteromicetos del estado de Tabasco, México*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Mycobank data base (Mycobank). (2016). Consultado 02-12-2016 en <http://www.mycobank.org/defaultinfo.aspx?Page=Home>
- Miller, O., K., Lodge, J., D. & Baroni, T., J. (2000). New and interesting ectomycorrhizal fungi from Puerto Rico, Mona, and Guana Islands. *Mycologia* 92(3), 558-570.
- Miller, S., Aime, C. & Henkel, T. (2002). Russulaceae of the Pakaraima Mountains of Guyana. I. New species of pleurotoid *Lactarius*. *Mycologia* 94(3), 545-553.
- Miller, S., Aime, C. & Henkel, T. (2012). *Russulaceae* of the Pakaraima Mountains of Guyana 2. New species of *Russula* and *Lactifluus*. *Mycotaxon*, 121: 233-253. Doi.org/10.5248/121.233
- Montoya, L. y Bandala, V. (2003). Studies on *Lactarius*: a new combination and two new species from Mexico. *Mycotaxon* 85, 393-407.
- Montoya, L. y Bandala, V. (2005). Revision of *Lactarius* from Mexico. Additional new records. *Persoonia* 18, 471-483.

- Montoya L. y Bandala, V. (2008). A new species and new records of *Lactarius* (Subgenus *Russularia*) in a subtropical cloud forest from eastern Mexico. *Fungal Diversity* 29, 61-72.
- Montoya, L., Haug, I. & Bandala, V. (2010). Two *Lactarius* species associated with a relict *Fagus grandifolia* var. *mexicana* population in a Mexican montane cloud forest. *Mycologia* 102(1), 153-162. doi: 10.3852/09-010
- Montoya, L. & Bandala, V. (2011). A new *Phylloporus* from two relict *Fagus grandifolia* var. *mexicana* populations in a montane cloud forest. *Mycotaxon* 117, 9-18. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.5248/117.9>
- Morales-López, L. F. (2014). *Revisión del complejo Oudemansiella canarii (Basidiomycota, Agaricales)*. Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Mueller, G. M., Halling, R., Carranza, J., Mata, M., & Schmit, J. (2006). Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests. Ecological studies, Vol. 5 In M. Kappelle (Ed.) Ecology and conservation of neotropical montane oak forest (pp 55-68). Alemania, Berlin: Springer-Verlag.
- Mueller, G. M., Schmit, J., Leacock, P., Buyck, B., Cifuentes, J., Desjardin, D...Wu, Q. (2007). Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodivers Conserv* 16: 37-48.
- Nixon, K. C. (2006). Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) In M. Kappelle (Ed.), Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forest. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Vol 185.
- Ortiz-Santana, B., Lodge, J., Baroni, T. and Both, E. (2007). Boletes of Belize and the Dominican Republic. *Funga Diversity*, 27, 247-416.
- Pegler, D. N. (1983). *Agaric flora of the lesser Antilles*. London, England: Royal botanical Garden.

- Pennington, D., Sarukhán, J. (2005). *Arboles Tropicales de México: Manual Para la Identificación de las Principales Especies*. (3ª ed). México D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México. FCE.
- Pérez-Moreno, J. & Read, D. J. (2004). Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29, (5), 239-247.
- Prance, G.T. (1982). *Biological diversification in the tropics*. New York, EUA: Columbia University Press.
- Rodríguez Sandoval J. (2012). *Sucesión ecológica de un fragmento de selva subperennifolia en la colonia la cuchilla y la sabana de Quercus oleoides en el municipio de Balancán, Tabasco, México*. Tesis de maestría en ciencias ambientales, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Sá, M.C., A. & Wartchow, F. (2013). *Lactifluus aurantiorugosus* (Russulaceae), a new species from southern Brazil. *Darwiniana, nueva serie* 1(1): 54-60.
- Singer, R. (1952). Russulaceae of Trinidad and Venezuela. *Kew Bulletin*, 7(3), 295-301.
- Singer, R. (1986). *The Agaricales in Modern Taxonomy*. edn 4. 981 pp., 88 plates. Koenigstein, Federal Republic of Germany; Koeltz Scientific Books.
- Singer, R., Araujo, I. & Ivory, M. H. (1983). The ectotrophically mycorrhizal fungi of the neotropical lowlands, especially Central Amazonia. *Beih Nova Hedwigia* 102, 1-99.
- Singer, R. (1990). Agaricales new for Mexico or Central América. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 60(1), 27-36.
- Singer, R. y Gómez, L., D. (1984). The Basidiomycetes of Costa Rica. III. The Genus *Phylloporus* (Boletaceae). *Brenesia* 22 163-181.
- Singer, R., García, J. y Gómez, L.D. 1990. The Boletineae of Mexico and Central América I & II. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 98: 70 pp.

- Singer, R., García, J. y Gómez, L.D. 1990. The Boletineae of Mexico and Central América III. *Beihefte zur Nova Hedwigia* **102**: 99 pp.
- Singer, R., García, J. y Gómez, L.D. 1990. The Boletineae of Mexico and Central América IV. *Beihefte zur Nova Hedwigia* **105**: 62 pp.
- Tudela, F., (1989). *La modernización forzada del trópico: el caso de Tabasco*. México D. F., México: Colegio de México CINVESTAV.
- Valencia, S. (2004) Diversidad del género *Quercus* (FAGACEA) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53.
- Wu, G., Feng, B., Xu, J., Zhu, X., Li, Y., Zeng, N., Hosen, M. & Yang Z. (2014). Molecular phylogenetic analyses redefine seven major clades and reveal 22 new generic clades in the fungal family *Boletaceae*. *Fungal diversity* 69: 93-115. DOI: 10.1007/s13225-014-0283-8
- Zeng, N., Cai, Q. & Yang, Z. (2012). *Corneroboletus*, a new genus to accomodate the southeastern Asian *Boletus indecorus*. *Mycologia* 104(6): 1420-1432. DOI: 10.3852/11-326
- Zeng, N., Wu, G., Li, Y., Liang, Z. & Yang, Z. (2014). *Crocinoletus*, a new genus of Boletaceae (Boletales) with unusual boletocrocin polyene pigments. *Phytotaxa* 175(3): 133-140. DOI: doi.org/10.11646/phytotaxa.175.3.2
- Zhao, K., Wu, G., Feng, B. & Yang, Z. (2014). Molecular phylogeny of *Caloboletus* (Boletaceae) and a new species in East Asia. *Mycol Progress* 13: 1127-1136. DOI: 10.1007/s11557-014-1001-3

7. RESULTADOS

Se encontraron 69 ejemplares los cuales se agrupan en 33 taxones diferentes, 13 taxones adscritos a la Familia Boletaceae, un taxón a la Familia Gyroporaceae (que presenta forma Boletoides) y 19 adscritos a la Familia Russulaceae.

Cuadro 1. Familias, géneros, secciones y subsecciones de los ejemplares recolectados según la clasificación de Singer, 1986

BOLETACEAE Chevall

Boletellus Murril.

Sección BOLETELLUS

Boletellus ananas (M.A. Curtis) Murril.

Boletus Dill. ex Fr.

Sección APPENDICULATI Konrad & Maubl.

Boletus auripes (Peck)

Sección LURIDI Fr.

Boletus floridianus (Singer) Singer

Boletus vermiculosus (Peck)

Sección SUBPRUINOSI

Boletus secc subpruinosi sp. 1

Boletus roseoareolatus B. Ortiz & T.J. Baroni

Phylloporus Quéf.

Sección PHYLLOPORUS

Phylloporus centroamericanus Singer & Gómez

Tylopilus P. Karst.

Sección OXYDABILES

Tylopilus balloui (Peck) Singer

Tylopilus alboater (Schwein.) Murrill.

Sección TYLOPILUS

Tylopilus secc. *Tylopilus* sp. 1

Tylopilus aff. *rubrobrunneus* Mazzer & A.H. Sm.

Tylopilus indecisus (Peck) Murril.

Xerocomus Quéf.

Sección XEROCOMUS

Xerocomus hypoxanthus Singer.

GYROPORACEAE (Singer) Manfr. Binder & Bresinsky

Gyroporus Quéf.

Gyroporus castaneus (Bull.) Quéf.

RUSSULACEAE Lotsy

Lactarius Pers.

Sección DULCES

Lactarius secc. *dulces* sp. 1

Subsección Lactifluini

Lactarius volemus var. *flavus* Hesler & A. H. Sm.

Sección LACTARIUS

Subsección *Lactarius*

Lactarius subsec. *Lactarius* sp. 1

Subsección Pyrogalini

Lactarius subsec. *Pyrogalini* sp. 1

Sección POLYSPHAEROPHORI

Subsección *Polysphaerophorini*

Lactarius subsec. Polysphaerophorini sp. 1

Russula Pers.

Sección COMPACTAE

Russula secc. compactae sp. 1

Russula aff. dissimulans Shaffer

Sección DECOLORANTES

Russula secc. decolorantes sp. 1

Sección INGRATAE

Russula secc. ingratae sp. 1

Subsección Foetentinae

Russula subsecc. foetentinae sp. 1

Russula menphitica Pegler

Sección PLORANTINAE

Russula brevipes Peck

Sección RIGIDAE

Russula secc. rigidae sp. 1

Subsección Amoeninae

Russula cf. amoena Qué!

Subsección Lilaceinae

Russula subsecc. lilaceinae sp. 1

Subsección Virescentinae

Russula subsecc. virescentinae sp. 1

Sección RUSSULA

Russula secc. russula sp. 1

Russula secc. russula sp. 2

Subsección Russula

Russula silvicola Shaffer

Los 13 taxones adscritos a la familia Boletaceae están representados por cinco géneros, siendo los géneros *Boletus* y *Tylopilus* los mejor representados con cinco taxones cada uno. 10 taxones se determinaron a nivel infragenérico, los cuales se adscriben a ocho secciones, 9 ejemplares determinados a especie. Para la familia Gyroporaceae se reporta un taxón determinado a nivel especie.

En cuanto a la familia Russulaceae se registran únicamente dos géneros y 19 taxones, cinco taxones para el género *Lactarius* y 14 para el género *Russula*. Para *Lactarius* se adscriben tres secciones: *Dulces*, *Lactarius* y *Polysphaerophori*, adscritos a cuatro subsecciones, siendo las secciones *Dulces* y *Lactarius* las mejores representadas con dos taxones cada una. Para *Russula* 14 taxones se determinaron a nivel infragenérico, a los cuales se adscriben seis secciones con cinco subsecciones, siendo la mejor representada la sección *Rigidae* con cuatro taxones, seguida de las secciones *Ingratae* y *Russula* con tres taxones cada uno. De los 19 taxones adscritos a la familia sólo se tienen seis a nivel especie.

7.1 Clave dicotómica para las especies boletoides y rusuloides encontradas en encinares del sureste Mexicano.

1a.- Himenio con tubos.....2

1b.- Himenio con láminas.....12

2a.- Píleo marcadamente escumuloso color blanquecino o con tonalidades ligeramente rosáceos, himenio amarillento que se mancha de azul al tacto, estípite esbelto, esporas estriadas.....*Boletellus ananas*

2b.- Píleo sin ornamentación tan marcada, puede ser liso o ligeramente aerolado.....3

3a.- Contexto que se mancha de azul al cortarse.....4

3b.- Contexto que no se mancha de azul al corte o inmutable al corte.....6

4a.- Himenio con poros pequeños, redondos y tonos rojizos que se manchan de azul al tacto.....5

4b.- Himenio con poros de diferentes tamaños con tonos amarillentos, si son pequeños y redondos nunca rojizos.....7

5a.- Píleo liso con tonos violáceos, estípite pruinoso con un retículo muy marcado color rojizo y esporas de 14-16 x 4-5 μm*Boletus floridanus*

5b.- Píleo café parduzco, con estípite no reticulado que se mancha de rojo en la base, esporas de 10-14 x 3-4 μm *Boletus vermiculosus*

6a.- Píleo liso o agrietado color café, himenio con tonos amarillo verdoso, estípite blanquecino, robusto con un ligero retículo en la parte superior, esporas de 10-14 x 3-5 μm*Boletus auripes*

6b.- Himenio amarillento, con poros alargados y angulares que no azulea al tacto, contexto blanquecino que no cambia al corte, estípite esbelto, pruinoso, ligeramente ancho hacia la base.....*Xerocomus hypoxanthus*

6c.- Poros pequeños con tonos claros, blanquecinos, rosáceos pero nunca rojizos8

7a.- Basidioma de talla pequeña (20-55 mm de diámetro), píleo areolado, con tonos café rosáceos, estípite esbelto, estriado, esporas de 12-16 x 4-6 μm , pileipellis con hifas entrelazadas y terminaciones como pileocistidios piriformes y mucronados, con incrustaciones naranja brillantes.....*Boletus roseoareolatus*

7b.- Himenio amarillento, con poros alargados que se manchan de azul al tacto, contexto que se mancha de rojo al corte, con tonos azules, hacia el estípite se colorea completamente de rojo vináceo, estípite reticulado, cilíndrico con tonos de fondo amarillentos.....*Boletus secc. subpruinosi sp. 1*

8a.- Poros pequeños y circulares, con tonos rosáceos, color crema o blanquecino, contexto generalmente blanquecino que no cambia al corte o si cambia sólo se oscurece ligeramente, estípite liso o ligeramente reticulado, siempre robusto, sólido y compacto, presentan cistidios con algún tipo de contenido o pseudocistidios9

8b.- Poros circulares, blanquecinos, píleo liso color café castaño, café amarillento o naranja amarillento, himenio, estípite esbelto, castaño, hueco y sin retículo, esporas lisas y cortas de 7-9 x 4-6 μm*Gyroporus castaneus*

9a.- Píleo color naranja brillante, himenio con tonos color crema, estípite liso o ligeramente pruinoso, esporas cortas de 7.5-10 x 3-4 μm*Tylopilus ballouii*

- 9b.-** Píleo color café, himenio con tonos rosas, estípite blanquecino ligeramente reticulado.....10
- 10a.-** Estípite ligeramente reticulado en la parte apical, robusto, sabor suave, esporas de 10-13 x 3-5 μm *Tylopilus indecisus*
- 10b.-** Con otras características..... 11
- 11a.-** Píleo café oliváceo, glutinoso, himenio rosáceo, carne muy amarga, estípite marcadamente reticulado, esbelto, curvo con tonos café oscuro a violáceos, esporas de 9-11 x 3-4 μm *Tylopilus aff. rubrobrunneus*
- 11b.-** Píleo con tonos oscuros, café oscuro o grisáceos, velutinoso, himenio blanquecino cuando joven que se va pintando de rosa con la edad, estípite no reticulado o finamente reticulado en el ápice, esporas de 9-12 x 3-4 μm *Tylopilus alboater*
- 12a.-** Basidioma carnoso, nunca quebradizo, píleo color café que reacciona al NH_4OH a azul, himenio con tonos amarillos. Esporas elipsoides, lisas de 9-14 x 4-5 con cistidios muy conspicuos de 45-100 x 10-20 μm con pared gruesa..... *Phylloporus centroamericanus*
- 12b.-** Basidioma quebradizo, píleo de diferentes tonalidades, por lo general depreso en el centro, estípite generalmente subclavado y esporas subglobosas, ornamentadas con espinas o verrugas.....13
- 13a.-** Himenio que al lastimarse exuda látex, basidioma amarillo pálido, velutinoso, himenio café pálido que al lastimarse exuda un látex blanquecino y cuando se seca deja manchado el himenio de color café, esporas de 5.5–7.4 x 5-6.5 μm *Lactarius volemus var. flavus*
- 13b.-** Himenio blanquecino que no exuda látex al lastimarse..... 14

- 14a.-** Basidioma completamente blanco, de talla grande (píleo de 50-110 mm de diámetro), estípite robusto y corto, carne blanca, esporas de 6.5 -9 x 5.3-8 μm , ornamentación baja.....*Russula brevipes*
- 14b.-** Basidioma quebradizo que presenta cutícula con tonalidades grises, himenio blanquecino, estípite blanquecino.....15
- 15a.-** Píleo de talla mediana (30-50 mm de diámetro), superficie viscosa, color grisáceo, centro oscuro, margen estriado radialmente, láminas blanquecinas amarillentas, carne friable, inmutable al corte, esporas de 8-10 x 6-8 μm*Russula mephitica*
- 15b.-** Píleo con cutícula color grisácea oscura, gruesa, margen entero con láminas blancas, poco separadas, carne firme que se mancha de rojo al corte y luego se oscurece, esporas de 7-11 x 6-9 μm , con baja ornamentación.....*Russula aff. dissimulans*
- 15c.-** Píleo con tonalidades rojas o rosas, nunca grisáceas.....16
- 16a.-** Píleo aterciopelado, con colores rosa amarillento, estípite con el mismo color que el píleo, láminas muy juntas, color crema, el basidioma es muy quebradizo, contexto blanquecino, muy compacto y con sabor suave, reacción positiva con FeSO_4 en contexto a color verdoso.....*Russula cf. amoena*
- 16b.-** Píleo liso color rojo vivo, húmeda, con láminas blancas, poco separadas, estípite blanco, liso, carne firme, blanca, sabor amargo, reacción con KOH a naranja en cutícula.....*Russula silvicola*

7.2. Descripción de las especies encontradas

Boletus roseoareolatus B. Ortiz & T.J. Baroni

Píleo de 20-55 mm de diámetro, convexo, areolado, color café rosáceo (N₃₀ A₈₀ M₆₀), fondo color crema (N₁₀ A₄₀ M₁₀).

Poros angulares, irregulares, alargados 1 por mm, color amarillento, alargados hacia la inserción del estípite. *Tubos* de hasta 5 mm de largo, amarillos.

Contexto amarillo que al oxidarse se oscurece ligeramente, compacto, hacia la base del estípite se oscurece a café suave.

Estípite 22-45 x 5 mm, estriado, se oscurece al tacto.

KOH: + en píleo oscurece a café marrón, + en contexto café

FeSO₄: -

NH₄OH: + en contexto a café rojizo, + en píleo color verdoso que oscurece a café.

Esporas cilíndricas, lisas de 11-16 x 3-6 µm, café parduzcas en KOH, con contenido ligeramente dextrinoide, con un índice de Q de 3 en promedio.

Comentarios: Esta especie se ha reportado únicamente para Belice, de donde se describió por primera vez bajo *Q. oleoides*, nuestro ejemplar coincide con lo reportado por Ortiz-Santana et al. (2007). Este es el primer registro de *B. roseoareolatus* para México.

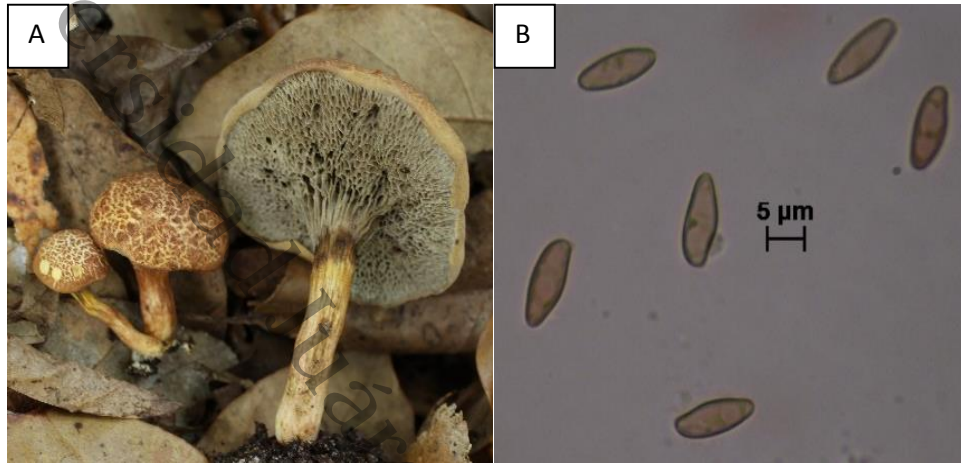


Figura 1. *Boletus roseoareolatus*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas a objetivo de 100X.

Lactarius volemus var. flavus Hesler & A. H. Sm.

Píleo de 35–45 mm de diámetro, superficie velutinosa, centro depresado, color amarillo pálido (N₂₀ A₇₀ M₃₀), borde entero, margen elevado.

Láminas color crema, poco separadas, anchas, con lamelulas truncadas de más de tres diferentes longitudes.

Látex color blanquecino que no cambia de color al oxidarse, al secarse el látex deja manchado de color café oscuro las láminas.

Estípite de 25-30 mm de largo x 6mm de ancho, cilíndrico, liso, del mismo color del píleo, ligeramente estriado.

Contexto amarillento, compacto, que se oscurece al corte, sabor suave.

KOH: ++ en píleo, mancha a verde, oscurece en el contexto.

FeSO₄: -

NH₄OH: -

Esporas subglobosas de 5.5-7.4 x 4.8-6.5 µm, con un índice de Q de 1.20, ornamentación notoria, poco conectada, con espinas de hasta 0.6 µm de largo, con un tipo de ornamentación de 2-B, según la clasificación de Woo, (1989). (ver anexo, Figura 12).

Basidios subclavados de 37.3-44 x 9.7-11 µm, con contenido lipídico, tetrasporicos con esterigmas de 3.4-6 µm de largo.

Comentarios: Este taxón se distribuye ampliamente en el este de Estados Unidos y centro de México. Coincide con el concepto de Hesler & Smith, (1979), presentando las mismas características que *L. volemus* pero con tonalidades amarillentas en lugar de café rojizo en el basidioma, esta especie se caracteriza por la superficie velutinosa en todo el basidioma y las manchas café oscuro que quedan en el himenio después de que se seca el látex. Aunque esta especie ya se

ha reportado anteriormente para México (Cifuentes, 2008), este es el primer registro de su variación *flavus*.

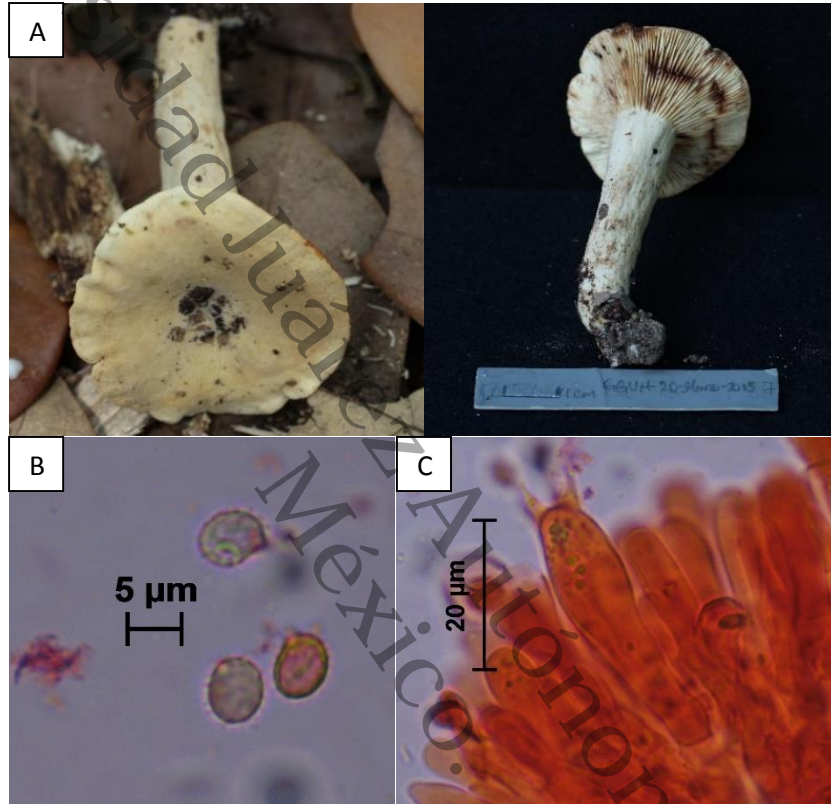


Figura 2. *Lactarius volemus* var. *flavus*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X, C) Basidios observados con objetivo de 100X.

Russula brevipes Peck

Píleo de talla grande (de 50-110 mm de diámetro), de infundibuliforme a umbilicado, superficie ligeramente fibrilosa, basidioma completo color blanco, borde entero.

Láminas adheridas, angostas, apretadas, blanquecinas, lamélulas bifurcadas hasta dos veces, atenuadas.

Esporada blanca.

Estípite robusto de 20-40 mm de largo por 10-25 mm de ancho, base bulbosa.

Carne firme, blanca, compacta, inmutable al corte, sólo el himenio se pinta de café al tacto.

Olor fungoide, *sabor* suave.

KOH: -

FeSO₄: + Color rosado en contexto que después se torna morado.

NH₄OH: -

Esporas subglobosas, de 6.4-9 x 5.3-8 µm con un índice de Q de 1.15, presenta verrugas ligeramente aisladas, baja ornamentación.

Comentarios: Esta especie se reconoce por sus basidiomas blanquecinos de gran tamaño y sus láminas apretadas y angostas. *R. brevipes* se puede confundir con *Lactarius deceptivus* del cual difiere por la ausencia de látex en la carne al partir el basidioma o en las láminas al lastimarlas.



Figura 3. *Russula brevipes*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X.

Universidad Veracruz Autónoma de Tabasco.
México.

Russula aff. dissimulans Shaffer

Píleo de 40 a 60 mm de diámetro, plano-convexo, color gris (N₅₀ A₇₀ M₄₀), depresso al centro; superficie rugulosa- escrobiculada, con margen recto, borde entero.

Láminas poco separadas, subdecurrentes, anchas, ceras, muy quebradizas, color blanco, no presenta bifurcación; presenta lamélulas de 3 longitudes diferentes.

Esporada blanca

Estípite subclavado de 30-70 mm x 24mm, cavernoso-esponjoso, color blanco.

Contexto esponjoso de hasta 5mm de grosor, color blanco, firme, se oscurece ligeramente al oxidarse.

KOH: + en el píleo decolora a amarillo, + en estípite pinta a café.

FeSO₄: + en píleo misma que con KOH.

NH₄OH: No obtenido

Olor a rábano, sabor suave.

Basidiosporas de globosas a subglobosas de 7.1-7.41 x 7-7.25 µm, con un índice de Q= 1.05, con ornamentación no muy notoria, verrugosa, con apéndice hilar conspicuo.

Comentarios: Este taxón es muy parecido a *R. dissimulans*, las diferencia es que la carne no enrojece al corte. También es parecido a la especie europea *R. nigricans*, aunque se considera que *R. dissimulans* es su equivalente americana. Las diferencias más notables entre estas dos especies son la configuración del himenio, siendo más distantes las láminas en *R. nigricans*, además de tener esporas de menor tamaño.



Figura 4. *Russula aff. dissimulans* A) Basidioma en fresco, B) Ornamentación esporal baja observada a 100X.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Russula mephítica Pegler

Píleo de 30-50 mm de diámetro, de color grisáceo naranja (N₄₀ Y₇₀ M₄₀) hacia el margen y café oscuro al centro, convexo, superficie viscosa, margen estriado-tuberculado radialmente.

Láminas blanquecinas a ocráceas, apretadas, angostas, con bifurcaciones en la inserción del estípite.

Esporada blanquecina

Estípite de 30-40 x 8-10 mm, de blanquecino a café suave hacia la base, superficie lisa y seca, hueco y quebradizo.

Contexto carne blanca, esponjosa y ligeramente quebradiza, inmutable al corte que se oscurece ligeramente al tacto.

KOH: -

FeSO₄: + en contexto cambia a naranja.

NH₄OH: No obtenida

Olor espermático o cloró intensamente *Sabor* picante

Esporas de 7.8 – 9.2 x 6.5 – 7.6 µm, ovoides, algunas ligeramente elipsoides, con un índice de Q de 1.20, con pequeñas verrugas que forman un retículo difuso.

Comentarios: Nuestro ejemplar coincide con el concepto de Pegler, (1986), quien la describe por primera vez en Martinica y con lo reportado por Chacón, (1995), en los colores grisáceo anaranjado, el sabor picante y el tamaño de las esporas. Para México sólo se había reportado en Veracruz, es el primer registro en Tabasco.

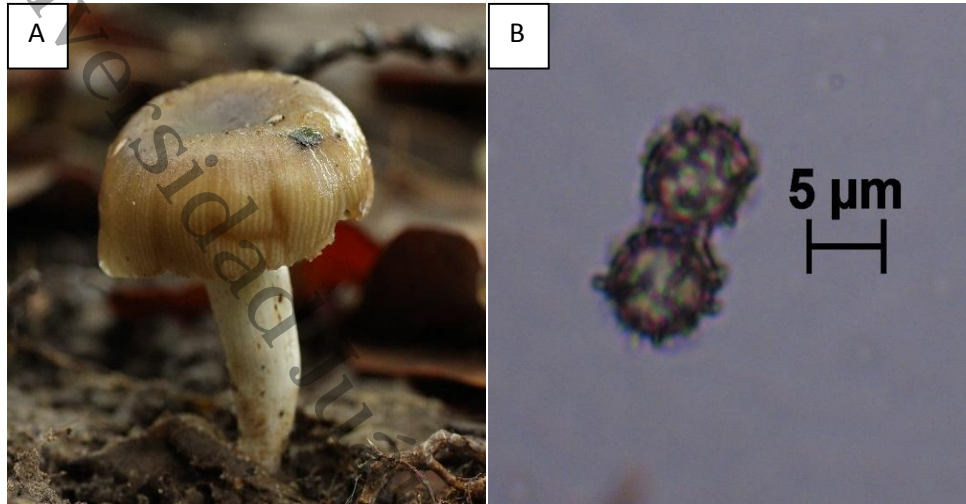


Figura 5. *Russula mephitica*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X.

Russula cf. amoena Quéf.

Píleo de 20 a 55 mm de diámetro, convexo, color carmín uniforme (N₄₀ A₃₀ M₇₀), con una cutícula aterciopelada; margen recto, borde entro.

Láminas juntas, estrechas, quebradizas, color blanco cuando joven y ocre pálido maduro, presenta bifurcaciones constantes hacia el estípite; presenta lamélulas atenuadas con rara aparición.

Esporada Blanquecina.

Estípite de 45-60 x 25 mm, poroso, quebradizo, pintado de carmín como el píleo.

Contexto color blanco, poroso, compacto, de hasta 23 mm de grosor.

Olor dulce, luego ligeramente a rábano, sabor dulce.

KOH: + en el píleo, aclara a rojo.

FeSO₄: + en el contexto, pinta verde.

NH₄OH: No obtenida

Comentarios: Este ejemplar es muy parecido a *R. amoena* en cuanto al color del basidioma, textura y tamaño de esporas, sólo que la reacción con FeSO₄ en la carne es verde en nuestro ejemplar y en *R. amoena* es anaranjado, además esta última es una especie europea.

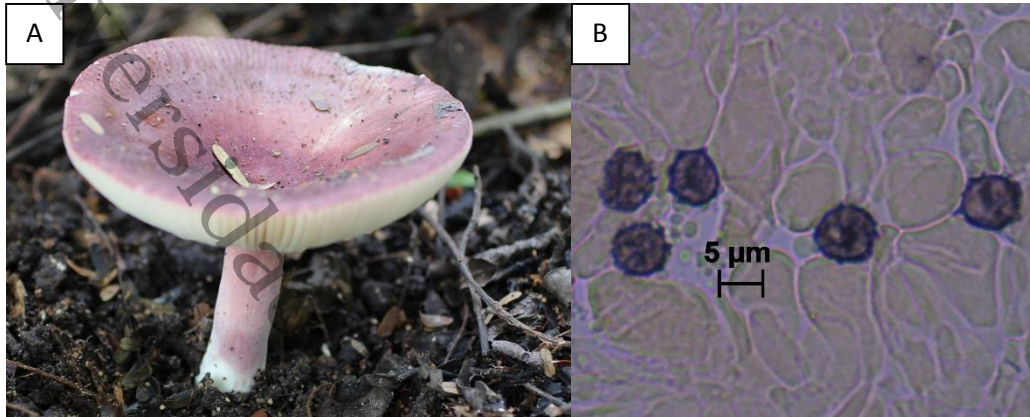


Figura 6. *Russula cf. amoena*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X.

Russula silvicola Shaffer

Píleo de 23 a 80 mm de diámetro, depresso al centro, cutícula color rojo (N₂₀ A₉₉ M₉₉) lisa, húmeda, desprendible, en el centro se aclara el color. Borde entero, a veces estriado-tuberculado.

Láminas blancas, poco separadas, anchas, muy quebradizas, mayormente sin lamélulas y si presentan bifurcaciones son escasas y siempre hacia la inserción con el estípite.

Esporada blanca.

Estípite de 21-70 x 8-20 mm, blanco, fibroso, poco quebradizo, hueco.

Contexto blanco, esponjoso, inmutable al corte.

Olor suave, *sabor* ligeramente picante.

KOH: Aclara a naranja en la cutícula.

FeSO₄: Aclara a naranja en la cutícula, + en el contexto pinta a rosa.

NH₄OH: -

Esporas subovoides a subelipsoides de 7.5-10 x 5.5-8 µm, con verrugas que forman puentes escasamente visibles.

Comentarios: Lo que caracteriza a *R. silvicola* es el color rojo de la cutícula, láminas y esporada blanca, sabor picante y las reacciones con el KOH y el FeSO₄, nuestro ejemplar coincide con el concepto de Shaffer, (1975) y lo reportado por Roberts, (2007). Otro taxón similar es *R. sanguinea*, pero esta última presenta esporada amarillenta y el estípite ligeramente rosado, actualmente se especula que la variedad roja de *R. cremonicolor* podría ser sinonimia de *R. silvicola*. Todas las especies nombradas arriba han sido nombradas erróneamente con el nombre europeo de *R. emetica*. Esta es la primera vez que se reporta en México.

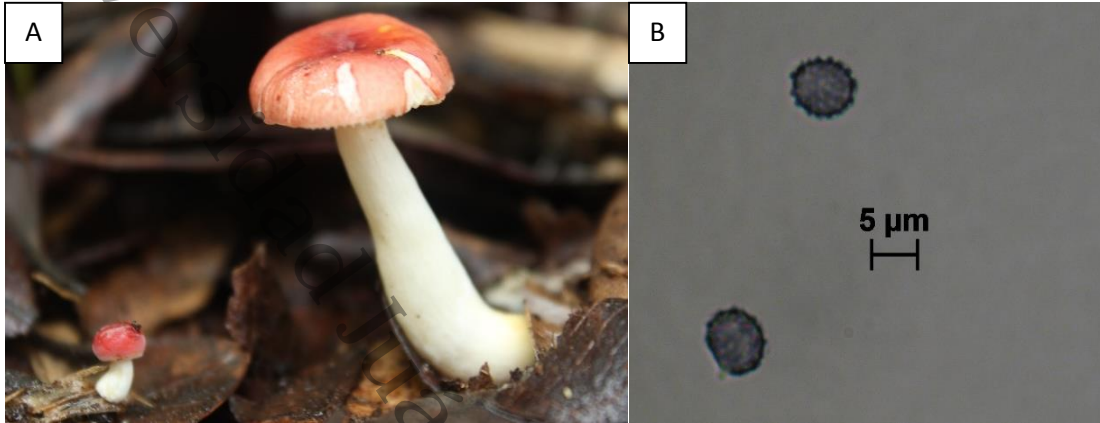


Figura 7. *Russula silvicola*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X.

***Tylopilus aff. rubrobrunneus* Mazzer & A.H. Sm.**

Píleo de 65 mm de diámetro, plano, superficie plana, viscosa, cutícula fácilmente desprendible color café oscuro (N₉₀ A₆₀ M₆₀₋₇₀).

Poros redondos a ligeramente alargados, libres, color rosa pálido (A₁₀ M₂₀ C₀₀), que se oscurecen al tacto, de 1-2 por mm. *Tubos* de 6 mm de largo que no se desprenden tan fácil de píleo, del mismo color que los poros.

Estípite de 80-100 x 10 mm, color violeta (A₃₀ M₈₀ C₉₉), estriado, ligeramente retorcido, micelio basal blanco.

Contexto blanco, de 5 mm de grosor, muy amargo, olor fuerte.

KOH: -

FeSO₄: -

NH₄OH: -

Esporas de 9-11.2 x 3.3-4 µm, cilíndricas con un índice de Q de 2.8, lisas, con pared gruesa, inamiloides.

Basidios de 17.8-21.5 x 7.4-9.4 µm, clavados, tetrasporicos, con contenido lipídico, algunos con contenido granuloso.

Pleurocistidios lageniformes, con ápices cilíndricos de 36.4-46.4 x 8.6-10.6 µm, con contenido granuloso.

Comentarios: Nuestro ejemplar difiere de *T. rubrobrunneus* en los tonos púrpuras en el píleo que en nuestro ejemplar están completamente ausentes, además de los poros más grandes en nuestra recolecta (1-2 poros por mm vs. 2-3 por mm), coinciden en el sabor muy amargo, el tamaño de las esporas y que están asociados a encinos; otro taxón similar es *T. orsonianus*, pero difiere en el sabor suave de la carne, además de las esporas que son más grandes en *T. orsonianus* (9.5-11.2 x 3-4 µm vs. 11-14.5 x 4.9-7.4 µm), quizá la diferencia más importante es que *T. orsonianus* se asocia con *Dicymbe corymbosa* (Fabaceae).

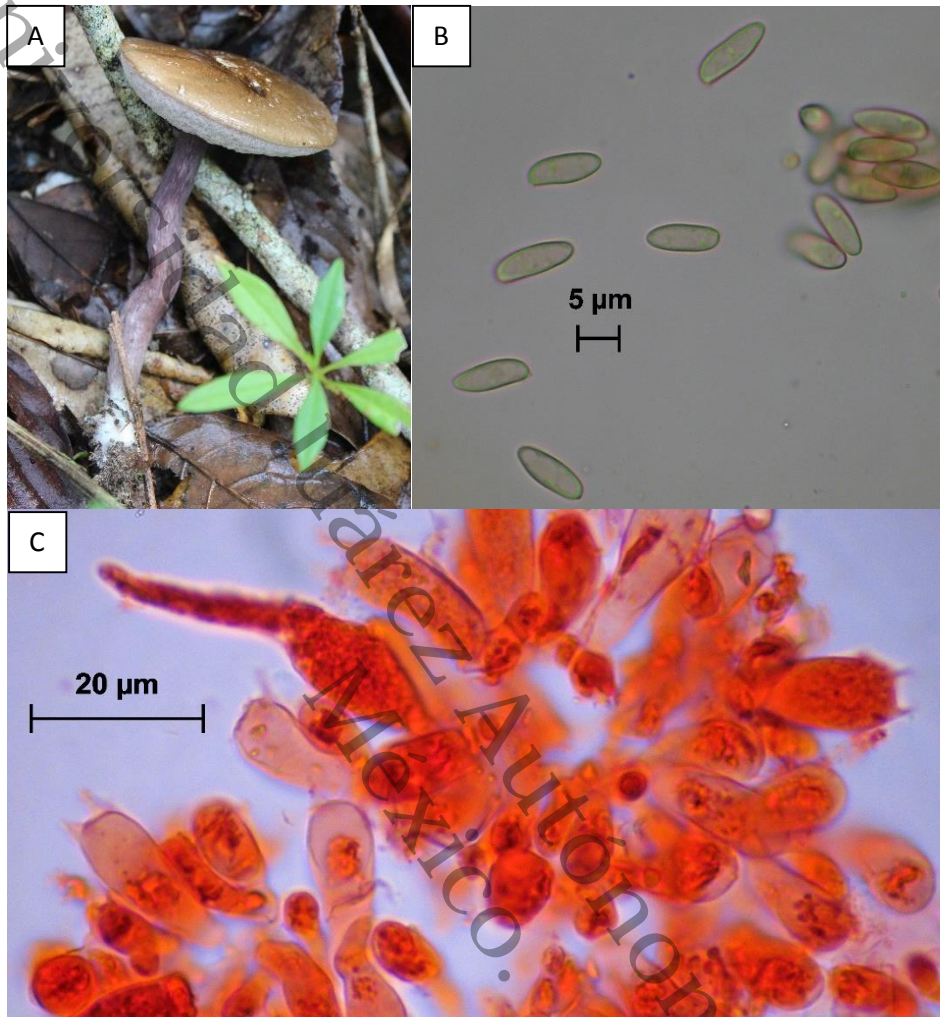


Figura 8. *Tylopilus aff. rubrobrunneus*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X, C) Basidios y pleurocistidios observados con objetivo de 100X.

Xerocomus hypoxanthus Singer

Píleo de 45 mm de diámetro, plano, superficie areolada y aterciopelada, café amarillento.

Poros decurrentes, amarillentos, angulares y alargados de 1 x mm. *Tubos* del mismo color que los poros de hasta 3 mm de largo, fácilmente desprendibles del píleo.

Estípite de 40 x 7 mm, pruinoso, curvo, carnoso y compacto.

Contexto blanco, compacto, que se mancha de amarillo hacia las orillas, sabor suave.

KOH: + en tubos, reacciona a color naranja.

FeSO₄: + en tubos, reacciona a azul, + en contexto, reacciona a naranja y luego azulosa.

NH₄OH: No obtenida.

Esporas de 10.5-14.3 x 3.9-4.7 µm, lisas, cilíndricas, con un índice de Q de 2.88, pared gruesa.

Basidios esbeltos, tetrasporicos de 31.6-40.5 x 8-10.5 µm.

Pleurocistidios lageniformes, de 41.12-43.1 x 7.7-10.4, con contenido granuloso.

Comentarios: Nuestro ejemplar coincide con el concepto de Pegler, (1983), de *X. hypoxanthus*, solo presenta un píleo de mayor tamaño (45 mm vs 28 mm de diámetro) y el tamaño de los basidios son más grandes (26-33 x 8.5-10 µm vs 31.5-40.5 x 8-10 µm). Ecológicamente en el concepto de Pegler, (1986) se asocia al género *Coccoloba*, pero existen reportes en Florida, E.U.A. Este sería el primer registro en México.

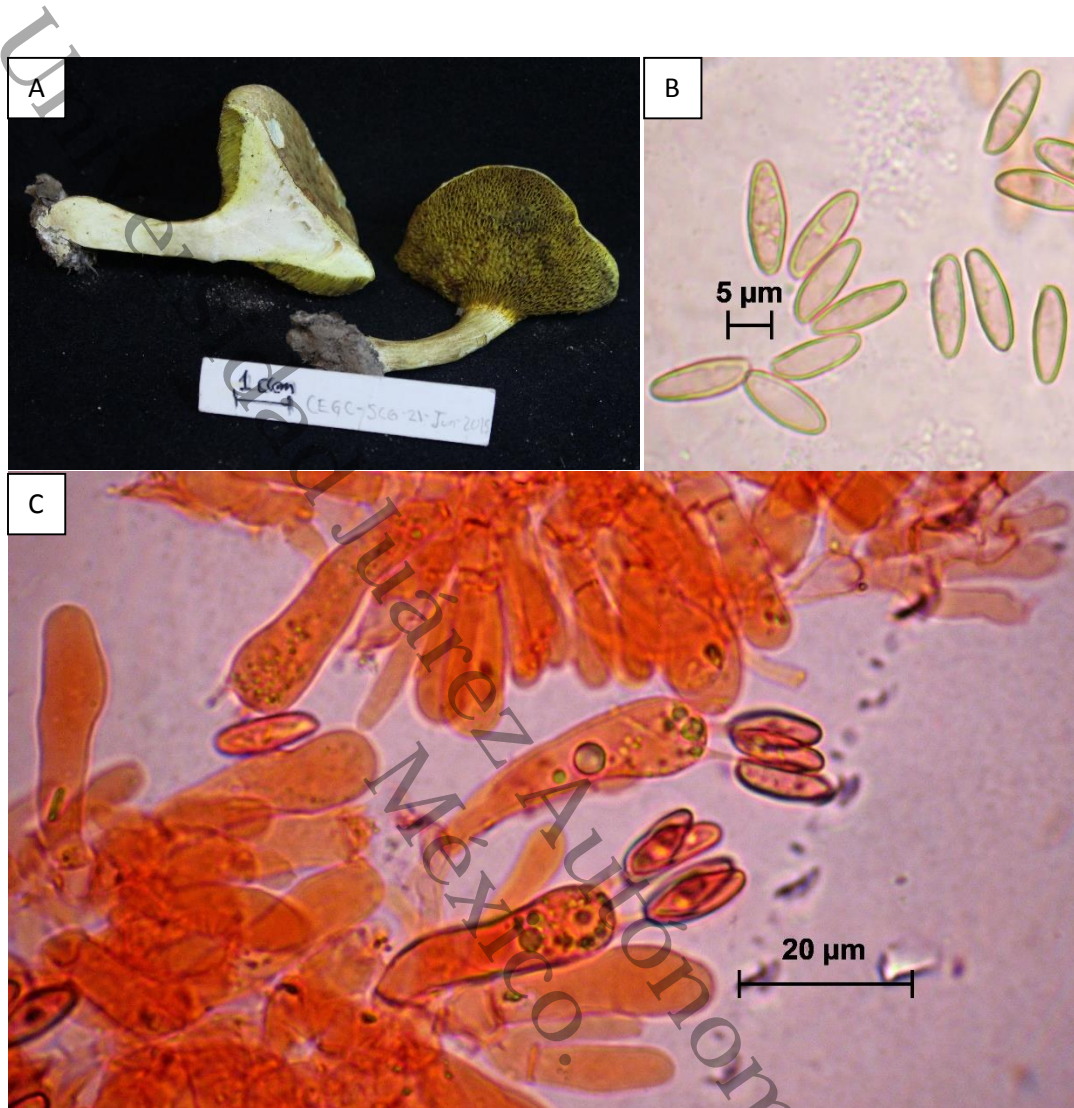


Figura 9. *Xerocomus hypoxanthus*. A) Basidioma en fresco, B) Esporas observadas con objetivo de 100X, C) Basidios y Basidiosos observados con objetivo de 100X.

8. DISCUSIÓN

Nuestros resultados muestran que la familia Russulaceae es la más abundante y diversa asociada a *Q. oleoides* en la zona de estudio y comparando con otros estudios, tanto en zonas templadas como tropicales (Singer, 1990; De Román y De Miguel 2000; Franco-Molano y Uribe-Calle 2000; Halling & Mueller, 2002; Mueller & Halling 2006; Chanona-Gómez *et al.* 2007; Morris *et al.* 2008a, 2008b y 2009; Diedhiou, 2010 y O’Hanlon & Harrington, 2012), encontramos resultados similares asociados al género *Quercus*. A nivel género, existe una marcada diferencia, ya que para *Russula* se reportan 14 morfoespecies, mientras que para *Lactarius* sólo se encontraron cinco. En cuanto a la abundancia, la familia Russulaceae conforma el 70 % (43 ejemplares) de los ejemplares recolectados y de igual manera el género *Russula* representa poco más del 50 % (37 ejemplares).

Por otro lado, es más que evidente la existencia de un vacío taxonómico de la familia Russulaceae en la zona de estudio y el número de ejemplares determinados a nivel especie comparándolo con la familia Boletaceae lo pone en evidencia. Esto refleja la necesidad de más estudios taxonómicos específicos de este grupo fúngico en México y en el neotrópico. A pesar de que existen numerosos trabajos y hasta monografías del género *Russula* en Europa (Romagnesi, 1967; Bon, 1988; Sarnari, 1998 y 2005) no son de mucha utilidad a nivel especie debido a que muchos grupos de basidiomicetes tienen un origen pangeáno (desde hace 300 millones de años) o más antiguo aún y con el aislamiento geográfico y el paso del tiempo estos se especiaron (Halling *et al.* 2008), debido a esto, muchas especies que se reportan en América con nombres europeos probablemente no sean las mismas.

Para el continente americano existen numerosos trabajos de los géneros *Russula* y *Lactarius* (Singer, 1952; Shaffer, 1962, 1964, 1972 y 1975; Pegler, 1983; Thiers, 1997; Henkel *et al.* 2000; Miller *et al.* 2002; Buyck y Halling, 2004; Roberts, 2007; Hennicke y Piepenbring, 2008; Buyck y Adamcık, 2011 y 2013; Miller *et al.* 2012; Sá y Wartchow, 2013; Barge *et al.* 2016), sin embargo, son trabajos aislados de

algunas secciones o especies en su mayoría, aún no se conocen monografías o trabajos más completos y específicos, con la excepción de la monografía publicada por Hesler y Smith, (1979) del género *Lactarius* en Estados Unidos. Para México también existen numerosos trabajos, pero son aún menos y más enfocados a reportar especies aisladas. Por lo tanto, es necesario profundizar los estudios taxonómicos en este grupo de macromicetes.

9. CONCLUSIÓN

- Se revisaron 69 ejemplares con forma boletoide y rusuloide asociados a *Q. oleoides*, de los cuales se obtuvieron 33 taxones diferentes determinados a nivel infragenérico.
- Para la familia Boletaceae se reportan 13 taxones, de los cuáles *Boletellus ananas*, *Boletus auripes*, *B. floridanus*, *B. roseoareolatus*, *B. vermiculosus*, *Tylophilus alboater*, *T. ballouii* y *T. indecisus* se reportan por primera vez en el estado de Tabasco; *Boletus roseoareolatus* y *Xerocomus aff. hypoxanthus* se reporta por primera vez en México.
- En cuanto a la familia Gyroporaceae se reporta por primera vez para Tabasco *Gyroporus castaneus*.
- Para la familia Russulaceae se reportan 19 taxones, 14 para el género *Russula* y cinco para el género *Lactarius*; se reportan por primera vez para Tabasco *Russula brevipes*, *R. aff. dissimulans* y *R. mephitica*; *Lactarius volemus var. flavus* y *Russula silvicola* se reporta por vez primera en México.
- Se presenta una clave dicotómica para las especies boletoides y rusuloides encontradas en la zona de estudio.
- Se presentan fotografías de Microscopía electrónica de barrido (MEB), de tres taxones del género *Lactarius*.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barge, E., Cripps, C. y Osmundson, T. (2016). Systematics of the ectomycorrhizal genus *Lactarius* in the Rocky Mountain alpine zone. *Mycologia*. 108(2): 414-440. doi:10.3852/15-177
- Bon, M. (1988). *Guía de campo de los hongos de Europa*. Barcelona, España: Omega.
- Buyck, B., Halling, R. (2004). Two new Quercus-associated Russulas from Costa Rica and their relation to some very rare North American species. *Cryptogamie, Mycologie*, 25 (1): 3-13.
- Buyck, B. y Adamcík, S. (2011). Type studies in *Russula* subgenus *Heterophyllidia* from the eastern United States. *Cryptogamie, mycologie*. 32(2): 151-169.
- Buyck, B. y Adamcík, S. (2013). Type studies in *Russula* subsection *Lactarioidea* from North America and a tentative key to North American species. *Cryptogamie, mycologie*, 34(3): 259-279.
- Chanona F., Andrade R., Castellanos J., Sánchez J. (2007) Macromicetos del parque educativo Laguna Bélgica, municipio de Ocozocuahtla de Espinoza, Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78, 369-381.
- De Román, M., De Miguel, A. M. (2000). Identificación y descripción de las ectomicorrizas de *Quercus ilex* L. subsp. *Ballota* (Desf.) Samp. en una zona quemada y una zona sin alterar del carrascal de Nazar (Navarra). *Publicaciones Biológicas, Universidad Navarra, Serie Botánica*. 13: 2-42.
- Diedhiou, A., Dupouey, J., Bueé, M., Dambrine, E., Laüt, L. y Garbaye, J. (2010). The functional structure of Ectomycorrhizal communities in an oak forest in central France witnesses ancient Gallo-Roman farming practices. *Soil biology & Biochemistry*, 42: 860-862. doi:10.1016/j.soilbio.2010.01.011
- Franco-Molano, A., E. y Uribe-Calle, E. (2000). Hongos Agaricales y Boletales de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(1), 25-43.

- Halling, R., E. and Mueller, G.M. (2002). *Agarics and Boletes of Neotropical oakwoods*. In R. Watling, J.C. Frankland, A.M. Ainsworth, S. Issac and C.H. Robinson (Eds.), *Tropical Mycology, Vol. 1, Macromycetes* (pp. 1-10). Inglaterra, Liverpool: British Mycological society.
- Hennicke, F., Piepenbring, M. (2008). Critical review of recent records of Russulaceae from Panama. *Mycotaxon*, 106, 455-467.
- Hesler, L.R.; Smith, A.H. 1979. North American species of *Lactarius*. :1-841
- Miller, S., Aime, C. y Henkel, T. (2002). Russulaceae of the Pakaraima Mountains of Guyana. I. New species of pleurotoid *Lactarius*. *Mycologia*, 94(3), 545-553.
- Miller, S., Aime, C. y Henkel, T. (2012). *Russulaceae* of the Pakaraima Mountains of Guyana 2. New species of *Russula* and *Lactifluus*. *Mycotaxon*, 121: 233-253. Doi.org/10.5248/121.233
- Morris, M., Smith, M., Rizzo, D., Rejmánek y Bledsoe, C. (2008a). Contrasting ectomycorrhizal fungal communities on the roots of co-occurring oaks (*Quercus spp.*) in a California woodland. *New Phytologist*. (178): 167-176.
- Morris, M., Pérez-Pérez, M., Smith, M. y Bledsoe, C. (2008b). Multiple species of ectomycorrhizal fungi are frequently detected on individual oak root tips in a tropical cloud forest. *Mycorrhiza*, 18: 375-383.
- Morris, M., Pérez-Pérez, M., Smith, M. y Bledsoe, C. (2009). Influence of host species on ectomycorrhizal communities associated with two co-occurring oaks (*Quercus spp.*) in a tropical cloud forest, *Microbiology Ecology*, 69: 274-287.
- Mueller, G. M., Halling, R., Carranza, J., Mata, M., & Schmit, J. (2006). *Saprotrophic and Ectomycorrhizal Macrofungi of Costa Rican Oak Forests*. Ecological studies, Vol. 5 In M. Kappelle (Ed.) *Ecology and conservation of neotropical montane oak forest* (pp 55-68). Alemania, Berlin: Springer-Verlag.

- O'Hanlon, R. y Harrington, T.J. (2012). The macrofungal diversity and community of Atlantic oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) forests in Ireland. *Anales Jard. Bot. Madrid*, (69): 107-117.
- Pegler, D. N. (1983). *Agaric flora of the lesser Antilles*. London, England: Royal botanical Garden.
- Roberts, C. (2007). *Russulas of southern Vancouver Island coastal forests. Doctoral dissertation*. University of Victoria: Victoria, BC, Canada.
- Romagnesi, H. 1967. *Les Russules d' Europe et d' Afrique du Nord*. Bordas, Paris.
- Sá, M.C. & Wartchow, F. (2013). *Lactifluus aurantiorugosus* (Russulaceae), a new species from southern Brazil. *Darwiniana, nueva serie*, 1(1): 54-60.
- Sarnari, M. 1998. *Monografía ilustrada del Genere Russula in Europa. 1*. Fondazione Centro Studi Micologici dell' A.M.B., Vicenza.
- Sarnari, M. 2005. *Monografía ilustrada del Genere Russula in Europa. 2*. Fondazione Centro Studi Micologici dell' A.M.B., Vicenza.
- Shaffer, R.L. (1962). The subsection *Compactae* of *Russula*. *Brittonia*, 14: 254-258.
- Shaffer, R.L. (1964). The subsection *Lactarioidae* of *Russula*. *Mycologia*, 64: 202-261.
- Shaffer, R.L. (1972). North American Russulas of the subsection *Foetentinae*. *Mycologia*, 64: 1008-1053.
- Shaffer, R.L. (1975). Some common North American species of *Russula* subsect. *emeticinae*. *Beih. Nova Hedw*, 51: 207-237.
- Singer, R. (1952). Russulaceae of Trinidad and Venezuela. *Kew Bulletin*, 7(3), 295-301.
- Singer, R. (1990). Agaricales new for Mexico or Central América. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.*, 60(1), 27-36.
- Thiers, H.D. (1997). *The Agaricales (Gilled Fungi) of California. 9. Russulaceae I. Russula*. Mad River Press: Eureka, CA.

11. ARTÍCULO CIENTÍFICO

New records of boletoids (Basidiomycota: Boletales) of a tropical oak forest from Tabasco, México.

Ernesto González-Chicas¹, Silvia Cappello^{1*}, Joaquin Cifuentes², Magdiel Torres-De la Cruz¹

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), UJAT Herbarium, Km 0.5 road Villahermosa-Cárdenas, junction to Bosques de Saloya, C.P. 86150, Tabasco, Mexico.

² Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), FCME (Fungi) Herbarium, Faculty of Science, external circuit, University city, Coyoacán C.P. 04510 CDMX, Mexico.

*Corresponding author: Email: cappellogs@hotmail.com (0449931302129)

Abstract

A list of boletoids (macromycetes) associated with *Quercus oleoides* Schl. et Cham. in Tabasco, Mexico, is presented. Samples collected in the rainy seasons of 2012–2016 were studied and confirmed to belong to two families, five genera, and nine species. The genera *Boletellus* Murril, *Gyroporus* Quél., *Phylloporus* Quél., and *Tylopilus* P. Karst were recorded for the first time in the state of Tabasco, in additions, the distribution of species of species found is analyzed. All records are new for the state. This study contributes to the knowledge of the mycobiota of Mexican oaks.

Key words - Balancán – Boletales – Biogeography - *Quercus oleoides* – Symbiosis - Taxonomy

Introduction

The order Boletales is one of the most diverse groups of macromycetes, including 2,059 species that belong to 20 families (Catalogue of Life 2017). These fungi present a wide variety of forms in their fruiting bodies and may be resupinate or crust-like with smooth, merulioid, or hydroid hymenophores; exist in gasteroid form (puffball-like); be polypore-like, as in the unique case of *Bondarcevomyces taxi*; and have a typical mushroom form (stipe and pileus), a fleshy body, and a hymenium composed of gills (lamellae) or tubes (Binder & Hibbett, 2006). This latter configuration of tubular hymenophores is the most common of the Boletaceae family, for which it is denominated as “boletoid form.”

The majority of boletoid fungi form ectomycorrhizal associations with numerous photobionts in temperate as well as tropical zones. These fungi are important for forest ecosystems around the world as they are involved in the recycling of organic matter, nutrient uptake, and even nutrient communication or transport of nutrients within the forest system. This variety of fungi is also greatly valued in the diet of many human cultures (Halling et al. 2007, Carrasco-Hernández et al. 2010). In general, boletoid fungi are associated with conifers in temperature zones. In tropical regions, a lesser number of boletoid species has been recorded, possibly stemming from the lack of exploration of these zones, although boletoids have been found in association with the families Salicaceae, Myrtaceae, and mainly Fabaceae (Pérez-Moreno & Read 2004).

Mexico is the center of richness and endemism of oaks in the world (Manos et al. 1999, Valencia 2004, Nixon 2006). In addition, in Mexico, more boletoid species have been registered in oak forests than in any other type of vegetation (García-Jiménez & Garza-Ocañas 2001), even though oak forests represent only 5.5% of the vegetation cover of the country (FAO 2011). For this reason, it is important to analyze the mycobiota associated with oak vegetation.

The natural distribution of the tropical oak *Quercus oleoides* Schl. et Cham. (Fig. 2-B) extends from 23° N in the state of Tamaulipas in the Gulf of Mexico to 10° N in the Guanacaste province of Costa Rica, including parts of Honduras, Belize, and Nicaragua

(Fournier 2003). In Tabasco, fragments of *Quercus oleoides* are found, mainly in the municipality of Balancán (Cámara et al. 2011, Cámara & Cappello 2013). These fragments are relicts resulting from the displacement that occurred during the most recently recorded glacial periods that were able to adapt to the warm-humid climate conditions of the zone. Furthermore, these tropical oak forests are considered to have been an important refuge of flora and fauna during the Pleistocene (Prance 1982, Pennington & Sarukhán 2005). Therefore, it is important to understand the biota associated with these forests and to develop strategies to prevent their loss and to favor their recovery.

Materials & Methods

Study site

This study was carried out in the municipality of Balancán in the state of Tabasco, in which fragments of *Q. oleoides* are found associated with different types of vegetation, mainly grassland. The entire zone corresponded with the ecogeographical unit Terraces of Balancán (Fig. 1) and the Terrace subprovince, which contains structural plains dating to the Miocene period, with an altitude ranging from 0 to 50 masl (Ortiz-Pérez et al. 2005). The climate is warm-subhumid (Am), and most rainfall occurs during the wet summer (García 2004), or 1200 to 1400 mm from May to October and 400 to 500 mm from November to April (INEGI 2009).

The localities mostly coincided with the ejido “El Pípila”, which contains a secondary forest mass where *Q. oleoides* dominates, as well as with several ranches along the highway Balancán-El Triunfo, which were associated with grassland or pasture (Fig. 2-A). In both cases, the oak vegetation is highly fragmented due to livestock exploitation, as the ownership of the land is largely private.

Data collection

Sites within a point radius of 100 m² where boletoids were found in association with oak vegetation were marked and georeferenced. Boletoid basidiocarps were collected

following conventional mycological techniques (Cifuentes et al. 1986, Cappello et al. 2006). To describe the color of the basidiomes, the guide of Küppers (2002) was used.

Once herborized, the corresponding specimens were deposited in the UJAT Herbarium located in the Academic Division of Biological Sciences of Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), and duplicates were deposited in the Herbarium of the Faculty of Sciences (FCME) of Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). The sites were visited during the rainy season of February 2015 to February 2016. In addition, specimens previously deposited in the Herbarium of UJAT were reviewed. For each sample, photographs were taken in the field and during laboratory study. To analyze the microscopic structures, the terminology of Largent et al. (1977) was followed. Specimens were observed with a Carl Zeiss Axiostar Plus microscope using phase-contrast microscopy. Corresponding structures were measured using the software AxioVision 40 V4.7.1.0 (2003).

For all described species, the classification of Singer (1986) was used, with the exception of *Gyroporus castaneus* (Bull.) Quél., as recent studies have led to the restructuration of the *Boletaceae* family and exclude *G. castaneus*, placing this species along with other genera as part of the *Gyroporaceae* family (Binder & Bresinsky 2002, Binder & Hibbett 2006, Nuhn et al. 2013). To obtain the correct nomenclature and to validate current names, the Index Fungorum (2016) was consulted.

Results

Thirty specimens that presented boletoid form were collected in the rainy seasons of 2012 to 2016. Twenty-five specimens were determined at the species level, representing two families, five genera, and nine distinct species. The best represented family was *Boletaceae*, with four genera and eight species, followed by the family *Gyroporaceae*, which was only represented by *Gyroporus castaneus* (see Table 1).

Boletellus ananas (M. A. Curtis) Murrill., Mycologia 1 (1): 10 (1909)

Fig. 3-A

Basionym - *Boletus ananas* M. A. Curtis, 1909

Synonyms - *Suillus ananas* (M. A. Curtis) Kuntze, 1898

Boletellus coccineus (Sacc.) Singer in Singer, García & Gómez, Beih. Nova Hedwigia 105: 6 (1992)

Distribution - Wide distribution from southeastern United States to Mexico, Costa Rica, and Colombia, with records in Asia, New Zealand and New Caledonia (Mata 1999).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, the ejido “El Pípila”, terrestrial, (date) 01 Nov 2015, González-Chicas #222 (UJAT herbarium).

Notes – This unique boletoid is easily recognizable by its pileus with notable scales, white to soft reddish in color. Thick hymenophore in comparison to the pileus, yellowish in color, which turns blue with touch and darkens with age. Found at the base of oak trees. Our specimen coincided with those of Mata (1999) and Halling & Mueller (2005), with spores of 12–20 x 7–10 μm , also found below *Q. oleoides* in Costa Rica. In Belize, Ortiz-Santana et al. (2007) reported this species by the name *Boletellus coccineus*. In the later studies of Mayor et al. (2008) and Halling et al. (2015), *B. coccineus* was recorded as synonymous with *B. ananas*.

Boletus auripes Peck, Annual Report on the New York State Museum of Natural History 50:107 (1898)

Fig. 3-B

Distribution - Northern America, including Canada, Florida, and New York; northern and central Mexico; and Belize; also recorded in China, Japan and Taiwan in Asia and recently recorded in east of Russia. (Chen et al. 1997, Bessette et al. 2000, García-Jiménez & Garza-Ocañas 2001, Ortiz-Santana et al. 2007, Bulakh, 2008).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancán-el triunfo, terrestrial, 20 Jun 2015, Cappello #2849, Cappello #2850 (UJAT herbarium).

Notes - This species is easily recognized by the yellowish-brown to brown color of its pileus, which becomes paler with age. Context yellowish to pale yellow, reticulated near the apex. Yellow hymenophore that does not bruise with rough handling. The concept of *B.*

auripes sensu (Singer, 1947) differs from that of Ortiz-Santana et al. (2007) for its larger spores (11–14.9 x 3.9–5.2 μm vs. 9.6–12.8 x 3.2–4.8). We found both in the study area.

Boletus floridanus (Singer) Murrill., Lloydia 11: 23 (1948)

Fig. 3-C.

Basionym - *Boletus frostii subsp. floridanus* Singer, Mycologia 37: 799 (1945).

Synonyms - *Suillellus floridanus* (Singer) Murrill, Lloydia 11: 29 (1948).

Distribution - United States, including Tennessee, South Carolina, and Florida; northeastern Mexico in Tamaulipas; and recently Belize (Bessette et al. 2000, García-Jiménez & Garza-Ocaña 2001, Ortiz-Santana et al. 2007).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, the ejido “El Pípila”, terrestrial, 21 Mar 2015, González-Chicas #197 (UJAT herbarium).

Notes - *Boletus floridanus*, is easily recognizable by the violet to red color of the pileus. Reddish hymenophore and small pores typical of section Luridi. Stipe strongly reticulated and pruinose, very similar to *Boletus frostii*, although the latter is characterized by a lacerate-reticulate stipe. Our specimen coincides with the description of Ortiz-Santana et al. (2007). Currently, in the Index Fungorum, *Exsudoporus floridanus* is reported as the current, correct name of this taxon, citing Vizzini, Simonini & Gelardi, index Fungorum 183: 1 (2014). We preferred to not use this nomenclatural change.

Boletus vermiculosus Peck, annual Report on The New York State Museum of Natural History 23:130 (1872)

Fig. 3-D

Distribution - Wide distribution from eastern Canada to Georgia and western Michigan in the United States, Guerrero in Mexico, Belize, and southern Costa Rica (Bessette et al. 2000, Cifuentes et al. 1993, Halling & Mueller, 2005, Ortiz-Santana et al. 2007).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 16 Jun 2013, González-Chicas #45 (UJAT herbarium). The ejido “El Pípila”, 21 Mar 2015, González-Chicas #196 (UJAT herbarium).

Notes - Characterized by the reddish-brown color of the pores, pale brown color and smooth surface of the pileus, pruinose stipe, and blue color of the flesh and tubes upon cutting. This taxon can be confused with *Boletus vermiculosoides*, which mainly differs for having slightly larger spores (9–12 μm vs. 10–15 μm), and with *Boletus subgraveolens*, which is distinguished by its unpleasant odor (of urine) after being herborized in contrast with the common fungal odor of *B. vermiculosus* (Smith & Thiers, 1971). Our specimen better coincides with the concept of *B. vermiculosus* of Ortiz-Santana et al. (2007). In addition to the previously mentioned characteristics, an intense red coloration was observed at the base of the stipe. This peculiarity has not been mentioned for the North American concept (Smith & Thiers, 1971, Bessette et al. 2000). Molecular analyses are needed to clarify the limits between the above mentioned taxa.

Phylloporus centroamericanus Singer & L.D. Gómez, Brenesia 22: 169 (1984)

Fig. 3-E

Distribution - Veracruz in southeastern Mexico and Costa Rica, always in symbiosis with the genus *Quercus* (Montoya and Bandala, 1991 and Neves, Halling, 2010).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 02 Feb 2013, González-Chicas #27 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 17 Jun 2013, Mondragon-Sanchez #280 (UJAT herbarium), the ejido “El Pípila”, 01 Nov 2015, González-Chicas #223, González-Chicas #227 (UJAT herbarium).

Notes - Our specimen coincides with the concepts of Singer & Gómez (1984) and Neves & Halling (2010). Distinguishable from other species of the genus by the reddish-brown tones of the pileus. Pileus surface reacts to NH_4OH , producing a blue color. Spores of 9–14 x 4–5 μm and very conspicuous cystidia (45–100 x 10–20 μm) with thick walls.

Tylopilus alboater (Schwein.) Murrill., Mycologia 1 (1): 16 (1909)

Fig. 3-F

Basionym - *Boletus alboater* Schwein., Schriften der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig 1: 95 (1822).

Synonyms - *Porphyrellus alboater* (Schwein.) E.-J. Gilbert, Les livres du Mycologue Tome I-IV, Tom. III: Les Bolets: 99 (1931).

Distribution - Quebec in Canada, eastern United States, and eastern Mexico in Tamaulipas. Also recorded in China, Japan, Taiwan and Thailand in Asia. (Zhishu et al. 1993; Bessette et al. 2000; Seehanan et al. 2007 and García-Jimenez, 2013).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancan-El triunfo, terrestrial, 03 Feb 2013, González-Chicas #41 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancan-El triunfo, terrestrial, 08 Jun 2013, González-Chicas #70 (UJAT herbarium), the ejido “El Pípila”, 01 Nov 2015, González-Chicas #226 (UJAT herbarium).

Notes - Corresponds with the concept of Smith & Thiers with respect to spore size (9–11 x 3–4 µm) and microchemical reactions. *Tylopilus griseocarneus* is very similar yet has gray flesh. In comparison, *T. alboater* has white flesh, similar to our specimen.

Tylopilus ballouii (Peck) Singer, American Midland Naturalist 37: 232 (1947)

Fig. 3-I

Basionym - *Boletus ballouii* Peck, Bulletin of New York State Museum of Natural History 157: 22. (1912).

Synonyms - *Gyrodon ballouii* (Peck) Snell, Mycologia 33: 422. (1941).

Boletus subsanguineus Peck *sensu* (Murr.) Coker & Beers, Boleti of North Carolina, p. 23. (1943).

Rubinoboletus ballouii (Peck) Heinem. & Rammeloo, Bulletin du jardin Botanique National de Belgique 53 (1-2): 295 (1983).

Distribution - Wide distribution from the eastern United States and Tamaulipas in northeastern Mexico to Belize and Costa Rica; also recorded in Asia (Bessette et al. 2000, Halling et al. 2007, Cifuentes 2008 and García-Jiménez 2013).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancan-El triunfo, terrestrial, 22 Dec 2012, González-Chicas #06 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancan-

El triunfo, terrestrial, 16 Jun 2013, González-Chicas #45 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 03 Feb 2013, Gómez-García #513 (UJAT herbarium), the ejido “El Pípila”, 02 Nov 2015, González-Chicas #228 (UJAT herbarium).

Notes - Our specimen corresponds with the overall concept of *T. ballouii* (Peck). The Index Fungorum and Mycobank currently report *Rubinoboletus ballouii* as the name of this taxon, citing Heinem. & Rammeloo (1983). However, based on recent molecular studies, *R. ballouii* has been shown to accommodate within the taxa of the genus *Tylopilus* (Binder & Hibbett, 2004). Halling et al. (2008) later demonstrated that *T. ballouii* is conformed by a large species complex with taxa widely represented throughout the world.

Tylopilus indecisus (Peck) Murrill, *Mycologia* 1 (1): 15 (1909)

Fig. 3-G

Basionym - *Boletus indecisus* Peck, Annual Report on the New York State Museum of Natural History 41:76 (1888).

Synonyms - *Porphyrellus indecisus* (Peck) E.-J. Gilbert, Les livres du Mycologue Tome I-IV, Tom. III: Les Bolets: 99 (1931).

Distribution - From New York to western California in United States; also recorded in Guerrero in Mexico (Thiers 1975, Bessette et al. 2000, Cifuentes 2008).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 09 Oct 2014, Cappello #2704 (UJAT herbarium), the ejido “El Pípila”, 07 Dec 2015, Cappello #2908 (UJAT herbarium).

Notes - When mature, the rosy color of the pore surface turns brown upon contact. Flesh is soft and remains white upon being cut. Mild flavor (never bitter). Apex of the stipe slightly reticulated and off-white in color, placing our specimen in the “*indecisus*” lineage according to Smith & Thiers (1971). The absence of globular pigment in the hyphae of the cuticle, as observed during reaction with Meltzer’s reagent, defines our specimen as *T. indecisus*, coinciding with the specimens presented by Smith & Thiers (1971) and Bessette et al. (2000).

Gyroporus castaneus (Bull.) Quél., Enchiridion Fungorum in Europa media et praesertim in Gallia Vigentium: 161 (1886) Fig. 3-J.

Basionym - *Boletus castaneus* Bull., Herbar de la France 7: t. 328 (1787).

Synonyms - *Suillus castaneus* (Bull.) P. Karst., Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk 37: 1 (1882).

Suillus castaneus (Bull.) Kuntze: 535 (1898).

Leucobolites castaneus (Bull.) Beck, Zeitschrift für Pilzkunde 2(7): 142 (1923).

Boletus fulvidus Fr., Observationes Mycologicae 2: 247 (1818).

Boletus testaceus Pers., Mycologia Europaea 2: 137 (1825).

Distribution - Wide distribution in Europe, Asia and North America, from eastern Canada to Florida in the United States, Tamaulipas and Veracruz in Mexico, Belize, and Costa Rica (Bessette et al. 2000, Mata et al. 2003, Halling et al. 2007, Ortiz-Santana et al. 2007).

Material examined – México, Tabasco, Balancán, Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 20 Mar 2015, González-Chicas #187 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 14 Nov 2015, González-Chicas #231 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 20 Jun 2015, Cappello #2852 (UJAT herbarium), the ejido "El Pípila", 06 Dec 2015, Cappello #2901 (UJAT herbarium), Km 8.5 road Balancán-El triunfo, terrestrial, 27 Feb 2016, Cappello #2934 (UJAT herbarium).

Notes - This species is easy to recognize by the chestnut-brown to brown color of its pileus, off-white hymenophore, and hollow and fragile stipe. In spite of having a wide distribution, our specimen coincides with the concept of Ortiz-Santa et al. (2007), with smaller spores than the European-North American concept (6–8 x 3–4 μm vs. 8–13 x 5–6 μm).

Discussion

In comparing our results with previous studies in the Neotropics and North America (Smith & Thiers 1971, Bessette et al. 2000; Halling & Mueller 2002, Lodge et al. 2002, Ortiz-Santana et al. 2007, Henkel et al. 2012, García-Jiménez, 2013), we observed a large degree of similarity among boletoids at the family and genus levels throughout North America. This is likely due to the distribution of the genus *Quercus* in the study area, as all studied taxa commonly grow beneath oaks. Additionally, the observed similarity of these species to others from Belize and Costa Rica is due to the distribution of *Q. oleoides* in both of these countries.

Taking into account the geographical distribution of the encountered species, we observed three clearly defined groups. The first group is composed of two species (*B. floridanus* and *P. centroamericanus*) and presents a distribution restricted to southeastern United States, the mixed forests along the eastern coast of Mexico, Belize, and Costa Rica. The second group is also formed by two species (*B. vermiculosus* and *T. indecisus*) and has a more northern distribution up to eastern Canada and across the United States, in both Georgia and the west in California. The distribution then extends toward Mexico, with records in the state of Guerrero, Belize, and Costa Rica. Finally, group three is formed by five species (*B. ananas*, *B. auripes*, *T. alboater*, *T. ballouii*, and *G. castaneus*) with a wide distribution across the American continent and additional records in Europe, Asia, and Oceania.

The wide distribution of group three, according to Halling et al. (2008), could result from their common origin in Pangaea (approximately 300 million years ago). Along with their photobionts, these species could have begun diversifying as the continental masses of Laurasia and Gondwana separated. Then, uncovered portions of land could have functioned as “bridges” between the continental masses, resulting in a convergence of species between these supercontinents. Several examples are Central America in the Western Hemisphere and the Malaysian archipelago located at the Wallace Line in the Eastern Hemisphere. Both areas connect part of once was Laurasia (North America and Asia) with Gondwana (South America and Oceania). For this reason, these taxa likely form large species complexes that should be further clarified. An integral taxonomy is required, using morphological,

chemotaxonomic, ecological, and molecular methods. One example of taxonomic clarification is the case of *T. ballouii*, for which Halling et al. (2008) determined to belong to a large species complex with taxa widely represented throughout the world. Yet, afterwards, Osmodson & Halling (2010) described *Tylophilus oradivensis* as a new species closely related to *T. ballouii*.

Acknowledgements

The first author thanks the tenant farmers of the ejido “El Pípila,” engineer Ricardo Ramírez for the facilities provided, and the Macromycete Laboratory of the UJAT Herbarium for the support provided. All authors are grateful for the financing provided by the projects FOMIX-CONACYT “Diversidad y conservación de los hongos macro y microscópicos saprobios de algunos ambientes del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco” (TAB-2009-C18-122083) and “Contribuciones monográficas de la biodiversidad de macromicetos mexicanos” (UNAM PAPIIT IN207311).

References

- Bessette AE, Roody WC, Bessette AR (2000) North American boletes, a color guide to the fleshy pored mushrooms. Syracuse University press, New York.
- Binder M, Bresinsky A (2002) Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia* 94 (1): 85-98.
- Binder M, Hibbett D (2004) Toward a global phylogeny of the boletes. Retrieved from the Clark University web site: http://www.clarku.edu/faculty/dhibbett/boletales_stuff/Global_Boletales_2004_28S.gif.
- Binder M, Hibbett D (2006) Molecular systematics and biological diversification of Boletales. *Mycologia* 98 (6): 971-981.
- Bulakh EM (2008) Species of agaricoid fungi new for Russia and Russian Far East. *Mikologiya i Fitopatologiya* 42 (5): 417-25.
- Cámara LC, Hernández-Trejo H, Castillo-Acosta O, Galindo-Alcántara A, Morales A, Zequeira-Larios C, Rullán-Ferrer C., Guadarrama M (2011) Estudio Regional Forestal de la UMAFOR de los ríos. Informe técnico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)-División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol). Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Tabasco.
- Cámara LC, Cappello S (2013) Manual del jardín botánico universitario José Narciso Roviroso. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco.
- Cappello S (2006) Hongos del YUMKA'. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco.
- Carrasco-Hernández V, Pérez-Moreno J, Espinosa-Hernández V, Almaraz-Suárez J, Quintero-Lizaola R, Torres-Aquino M (2010) Caracterización de micorrizas establecidas entre dos hongos comestibles silvestres y pinos nativos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1 (4): 557-567.

- Chen CM, Huang HW, Yeh KW (1997) The Boletes of Taiwan (VII). *Taiwania*. 42 (3): 174-9.
- Cifuentes J, Villegas M, Pérez-Ramírez L (1986) Hongos. In: Lot A, Chaing F (eds.). Manual de herbario. Consejo nacional de la flora de México A.C., Ciudad de México, pp 55-64.
- Cifuentes J, Villegas M, Pérez-Ramírez L (1993) Hongos macroscópicos. In: Luna-Vega, Llorente J. (eds.). Historia natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo Guerrero, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, pp 59-126.
- Cifuentes J. 2008 – Catálogo de Autoridades Taxonómicas de los Hongos de México. Base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, Ciudad de México.
- Fournier LA. (2003) *Quercus oleoides*. Schtdl. & Cham. Species descriptions. Árboles en sistemas agroforestales. In: Cordero J, Boshier DH. (eds). Árboles de Centroamérica. Costa Rica, OFI/CATIE, pp 683-684.
- García E. (2004) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie de libros, 5th edition, Instituto de Geografía. UNAM, Ciudad de México.
- García-Jiménez J, Garza-Ocañas F (2001) Conocimiento de los hongos de la familia Boletaceae de México. *Ciencia UANL* 4(3): 336-343
- García-Jiménez J (2013) Diversidad de Macromicetos en el estado de Tamaulipas, México. Tesis Doctoral: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Halling RE, Mueller GM (2005) Common Mushrooms of the Talamanca Mountains, Costa Rica. New York Botanical Garden Press, New York.
- Halling RE, Chan HT, Lee SS (2007) Basidiomycota: Boletaceae. In: Jones BG, Hyde KD, Vinkeswary S (eds) Malaysian Fungal Diversity. Malaysia: Mushroom Research

- Centre, University of Malaya and Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia pp 33-45.
- Halling RE, Osmundson TW, Neves M.A (2008) Pacific boletes: Implications for biogeographic relationships. *Mycological research* 112: 437-447. doi: <http://doi:10.1016/j.mycres.2007.11.021>
- Halling RE, Fechner N, Nuhn M, Osmundson TW, Soyong K, Arora D, Binder M, Hibbett D (2015) Evolutionary relationships of *Heimioporus* and *Boletellus* (Boletales), with an emphasis on Australian taxa including new species and new combinations in *Aureoboletus*, *Hemileccinum* and *Xerocomus*. *Australian Systematic Botany* 28: 1-22. doi: <http://dx.doi.org/10.1071/SB14049>.
- Henkel TW, Aime M, Chin ML, Miller SL, Vilgalys R, Smith M (2012) Ectomycorrhizal fungal sporocarp diversity and discovery of new taxa in *Dicymbe* monodominant forests of the Guiana Shield. *Biodivers Conserv*, 21:2195-2220. doi: 10.1007/s10531-011-0166-1
- Index Fungorum. 2016 - Accessed at: <http://www.indexfungorum.org/names/names.asp>, 5 December 2016.
- INEGI (2009) Cuaderno estadístico municipal. Gobierno del estado de Tabasco y H. Ayuntamiento constitucional de Balancán, Tabasco, México.
- Largent DL, Johnson D, Watling R (1977) How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. Eureka, Mad River Press, California.
- Lodge DJ, Baroni TJ, Cantrell SA (2002) Basidiomycetes of the Greater Antilles Project. in: Watling R, Frankland J, Ainsworth AM, Robinson C (eds.). *Tropical Mycology volume I Macromycetes*. CABI publishings, Liverpool, pp 45-60.
- López-Upton J, Ramírez-Herrera C, Jasso-Mata J, Jiménez-Casas M, Aguilera-Rodríguez M, Sánchez-Velázquez JR, Rodríguez-Trejo DA (2011) Situación de los recursos genéticos forestales en México. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Ciudad de México.

- Manos PS, Doyle JJ, Nixon KC (1999) Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). *Molecular Phylogenetic Evolution* 12: 333-349.
- Mata M. 1999 - Macrohongos de Costa Rica Vol. 1. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) Santo Domingo de Heredia.
- Mayor JR, Fulgenzi TD, Henkel TW, Halling RE (2008) *Boletellus piakaii* sp. nov. and new distribution record for *Boletellus ananas* var. *ananas* from Guyana. *Mycotaxon* 105: 387-398.
- Montoya L & Bandala V (1991) Studies on the genus *Phylloporus* in Mexico, I. Discussion of the known species and description of a new species and a new record. *Mycotaxon* 41(2): 471-482.
- Neves MA, Halling RE (2010) Study on species of *Phylloporus* I: Neotropics and North America. *Mycologia* 102 (4) 923-943, doi: 10.3852/09-215
- Nixon KC (2006) Global and neotropical distribution and diversity of oak (genus *Quercus*) In: M. Kappelle (ed) *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forest*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Vol 185, New York, pp3-13.
- Nuhn M, Binder M, Taylor A, Halling RE, Hibbett D (2013) Phylogenetic overview of the Boletineae. *Fungal biology* 117: 479-511. doi:10.1016/j.funbio.2013.04.008
- Ortiz-Pérez MA, Siebe C, Cram S (2005) Diferenciación Geográfica de Tabasco, 305-322 pp. In: Bueno J, Álvarez F, Santiago S (eds) *Biodiversidad del Estado de Tabasco*. Instituto de Biología, UNAM-CONABIO, Ciudad de México, pp 305-322.
- Ortiz-Santana B, Lodge JD, Baroni TJ, Both E (2007) Boletes of Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity* 27, 247-416.
- Osmundson TW, Halling RE (2010) *Tylopilus oradivensis* sp. nov.: a newly described member of the *Tylopilus balloui* complex from Costa Rica. *Mycotaxon* 113: 475-483. doi:10.5248/113.475

- Pennington D, Sarukhán J (2005) *Arboles Tropicales de México: Manual Para la Identificación de las Principales Especies*, 3rd edition. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez-Moreno J, Read DJ (2004) Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia* 29(5): 239-247 pp.
- Prance GT (1982) *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press, New York.
- Seehanan S, Petcharat V, Te-chato S (2007) Some boletes of Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 29 (3): 737–54.
- Singer R (1986) *The Agaricales in modern taxonomy*. 4nd edition. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Singer R, Gómez LD (1984) The Basidiomycetes of Costa Rica. III. The genus *Phylloporus* (Boletaceae). *Brenesia* 22:163-181.
- Smith AH, Thiers HD (1971) *The Boletes of Michigan*. The University of Michigan press, Michigan.
- Valencia S (2004) Diversidad del género *Quercus* (FAGACEA) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 75: 33-53.
- Zhishu B, Zheng G, Taihui L (1993) *The Macrofungus Flora of China's Guangdong Province*. Chinese University Press, Hong Kong.

	<p>Phylloporus Quél. (1888)</p> <p>section PHYLLOPORUS</p> <p><i>Phylloporus centroamericanus</i> Singer y L.D. Gómez (1984)</p> <p>Tylopilus P. Karst. (1881)</p> <p>section OXYDABILES</p> <p><i>Tylopilus alboater</i> (Schwein.) Murrill., (1909)</p> <p><i>Tylopilus ballouii</i> (Peck) Singer. (1947)</p> <p>Section TYLOPILUS</p> <p><i>Tylopilus indecisus</i> (Peck) Murrill., (1909)</p>	<p>González-Chicas #27UJAT; #223UJAT; #227UJAT Mondragon-Sánchez #280UJAT</p> <p>González-Chicas #41UJAT; #70UJAT; #226UJAT</p> <p>González-Chicas #6UJAT; #70UJAT; #228UJAT; Gómez-García #513UJAT</p> <p>Cappello #2704UJAT; #2908UJAT</p>
<p>GYROPORACEAE (Singer.) Manfr. Binder & Bresinsky,</p>	<p>Gyroporus Quél. (1886)</p> <p><i>Gyroporus castaneus</i> (Bull.) Quél (1886)</p>	<p>González-Chicas</p>

(2002)

#187UJAT;
 #231UJAT;
 #243UJAT;
 Cappello
 #2852UJAT
 #2901UJAT;
 #2934UJAT

Figure legends

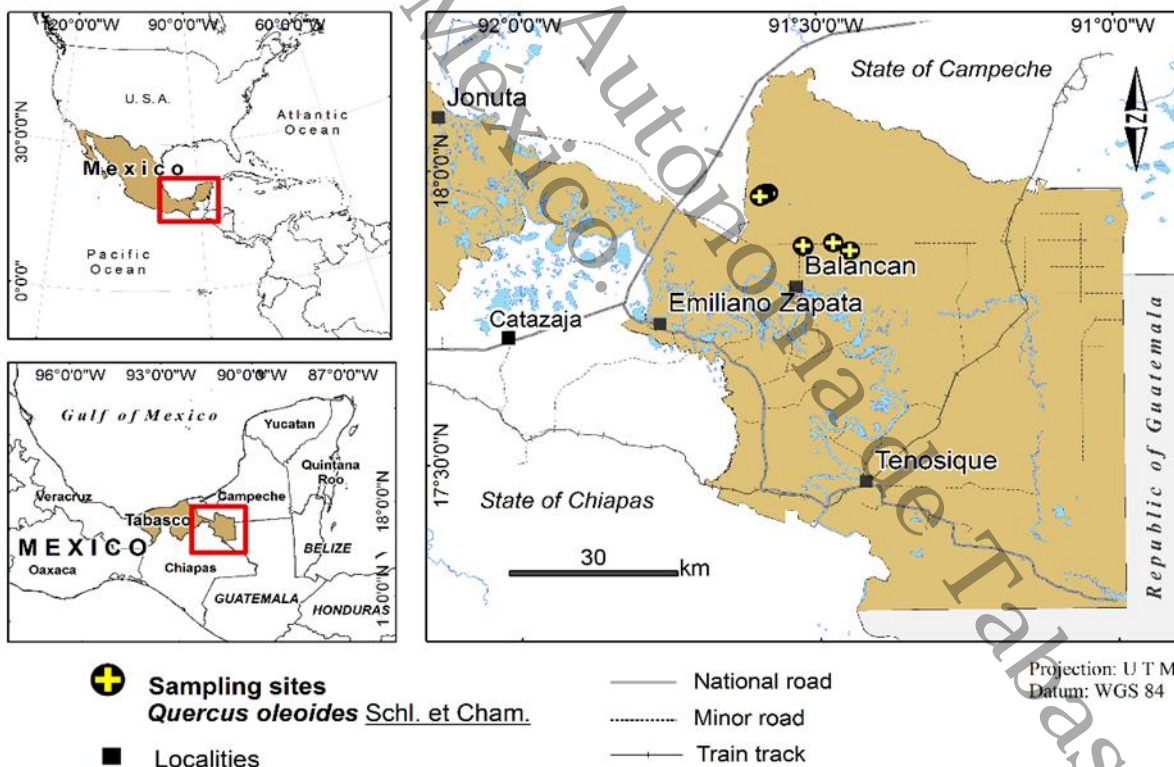


Figure 1. Sampling sites of oak forest in Balancán, Tabasco.



Figure 2. A) *Q. oleoides* in youth stage. B) Oak forest fragmented by livestock exploitation.

Universidad Autónoma de Tabasco.
México.

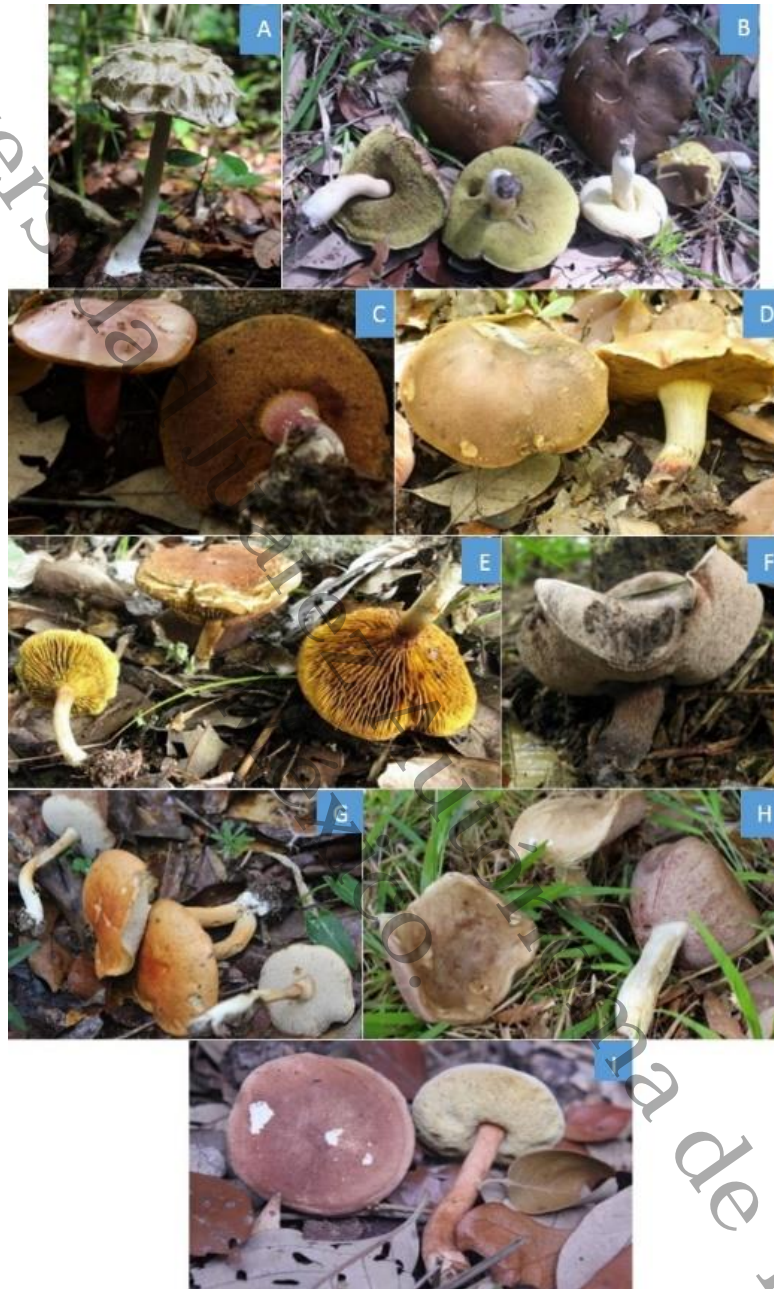


Figure 3. Basidiomes of the species founded. A) *Boletellus ananas*, B) *Boletus auripes*, C) *Boletus floridanus*, D) *Boletus vermiculosus*, E) *Phylloporus centroamericanus*, F) *Tylopilus alboater*, G) *Tylopilus ballouii*, H) *Tylopilus indecisus* y I) *Gyroporus castaneus*.

12. LINEAMIENTOS DE PUBLICACIÓN

Mycological Progress

Mycological Progress publishes papers on all aspects of fungi, including lichens. While Review Papers are highly welcome, the main focus is on Research Articles on:

Taxonomy and Systematics

Evolution

Cell Biology

Ecology

Biotechnology

Pathology (plants, animals, humans)

Manuscripts on current methods applied in, e.g., morphology, anatomy, ultrastructure (TEM, SEM), genetics, molecular biology, chemistry, and physiology will also be considered.

Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author

If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

Important note:

Authors are requested to use automatic continuous line numbering throughout the manuscript.

Specific remarks

Manuscript layout

Please use the line-numbering function.

Please arrange your manuscript as follows:

- Materials and methods
- Results
- Discussion
- Acknowledgement(s)
- References
- Tables
- Figure legends

Abbreviations should be defined at first mention in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.

Scientific Style

Symbols and units should be used in accordance with SI standards. Enzyme nomenclature has to refer to international standards, too. For decimal values a point and not a comma is used, e.g. ‘3.5’ not ‘3,5’.

Statistical analyses of data should be given, with the test of significance used and the estimate of probability.

Sources of reagents, supplies, and equipment should be indicated in parentheses (company, city, country). If the equipment has been modified or newly constructed by the authors a detailed instruction has to be described.

Dichotomous keys have to be represented with indentations, combining all species with the same set of main characters as one entity. Generic names in keys are repeated with their initials. The characteristics used have to match completely. Segregate a complex of features by a semicolon, e.g. characteristics of hyphae; of spores; etc.

References

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999, 2000).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med.* doi:10.1007/s001090000086

Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics.* Blackwell, London

Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure.* Dissertation, University of California.

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

Artwork and Illustrations Guidelines

Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Figure Lettering

To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).

Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).

Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.

Avoid effects such as shading, outline letters, etc.

Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

All figures are to be numbered using Arabic numerals.

Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.

Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.

Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.

No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.

Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.

Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

Figures should be submitted separately from the text, if possible.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s). Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

13. ANEXO. ESPORAS OBSERVADAS CON MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO (MEB) DE ALGUNOS TAXONES DEL GÉNERO *LACTARIUS*.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

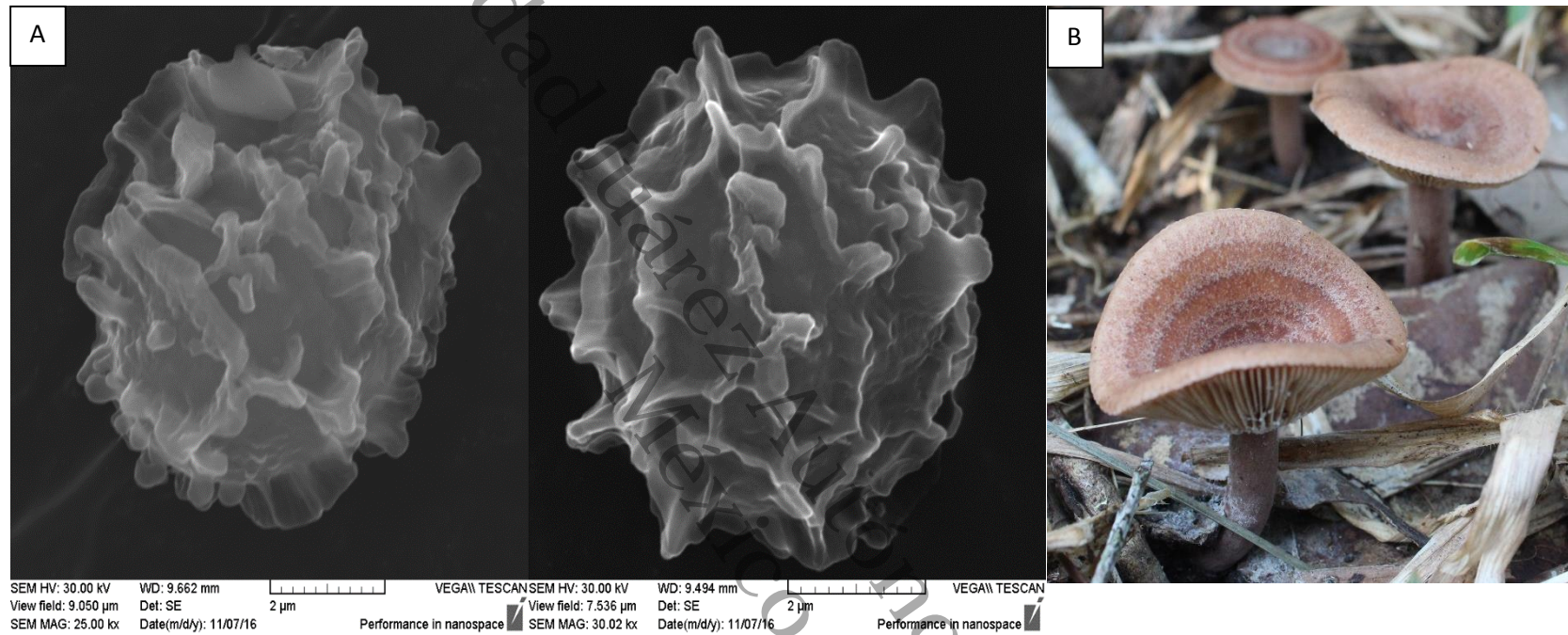


Figura 10. *Lactarius secc. dulces* sp. 1. A) Ornamentación esporal y apéndice hilar detallado, B) Basidioma en fresco

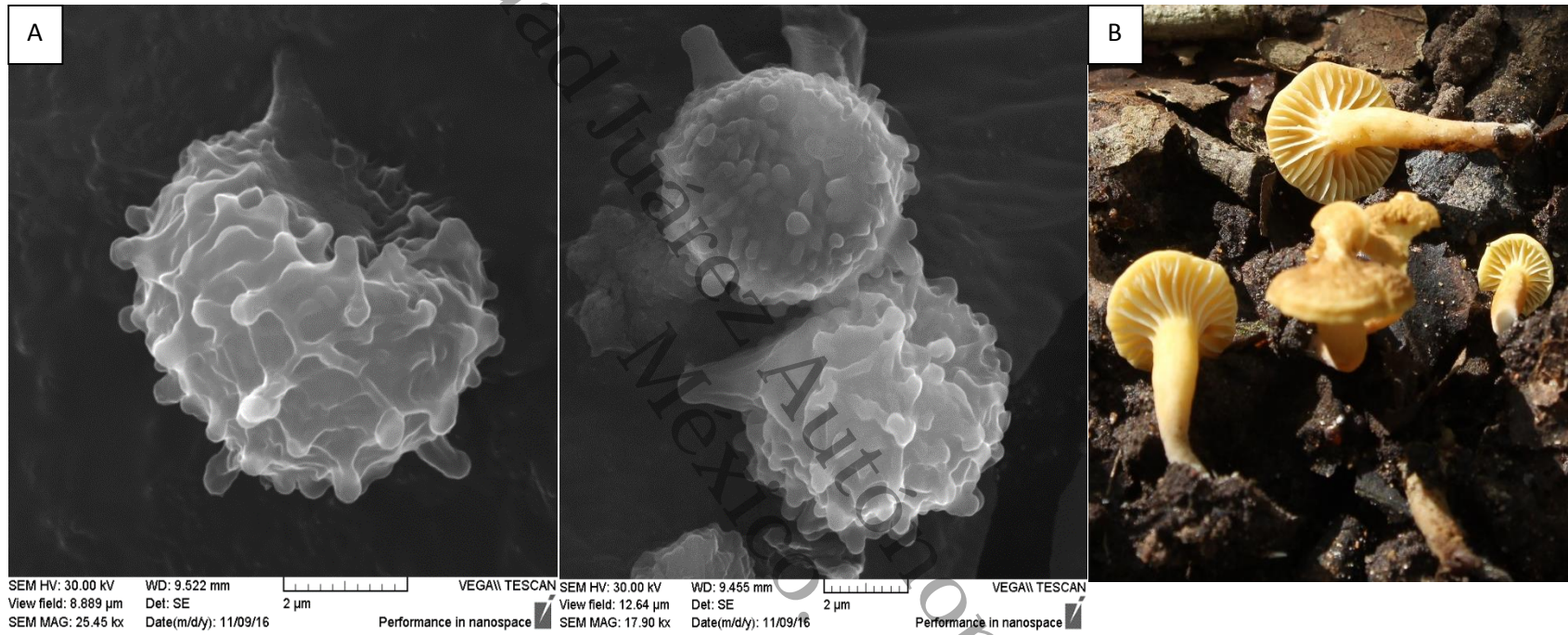


Figura 11. *Lactarius subsec. Pyrogalini sp. 1.* A) Ornamentación esporal y apéndice hilar detallado, B) Basidioma en fresco.

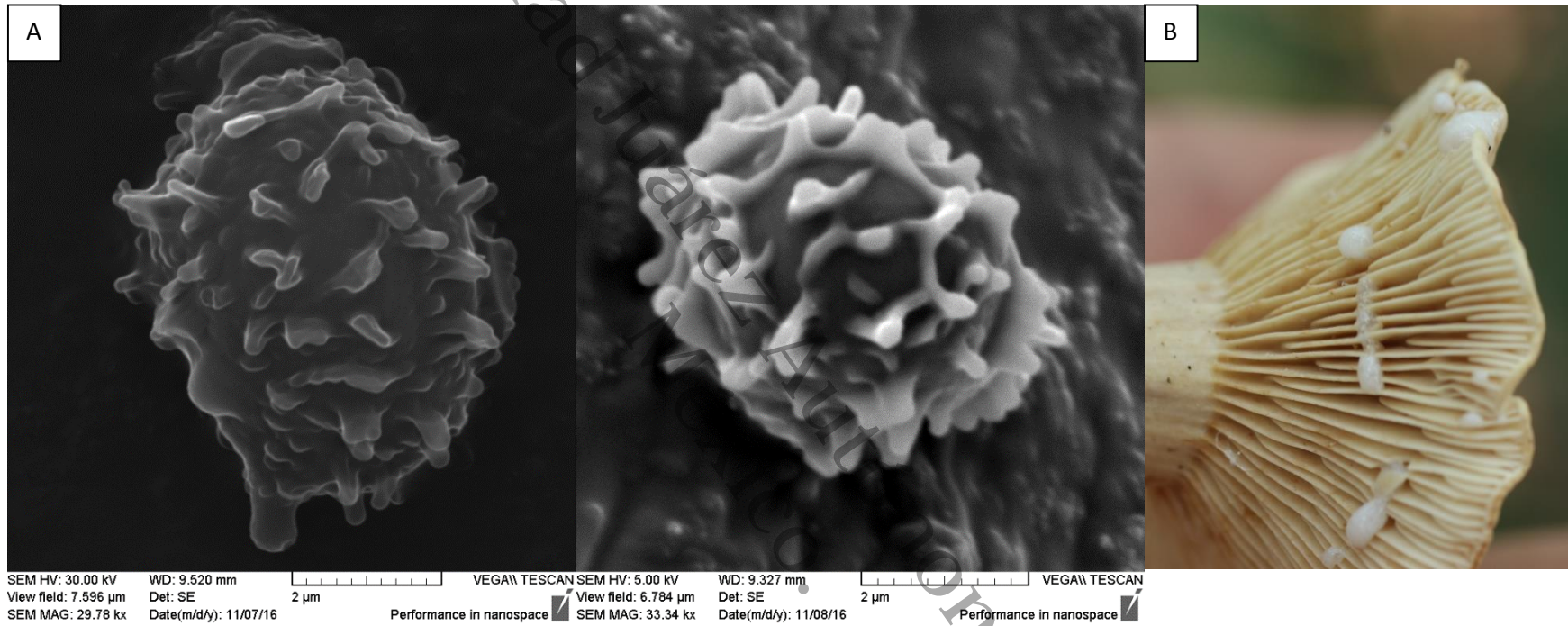


Figura 12. *Lactarius volemus var. flavus*. A) Ornamentación esporal y apéndice hilar detallados, B) Látex que exuda al lastimarse el himenio.