

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
UNIDAD DE BIODIVERSIDAD, TECNOLOGÍA
Y APROVECHAMIENTO DE HONGOS –UBIOTAH–
PERIODO DE REALIZACION
ENERO 2017 – ENERO 2018

FAISAL ZUHAIR ABDUL-RAHMAN ABDALLA HERRERA
SUPERVISOR DE EDC: LICDA. EUNICE ENRÍQUEZ COTTON
ASESOR INSTITUCIONAL: DR. ROBERTO FLORES ARZÚ

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
LISTA DE ACTIVIDADES	5
A. ACTIVIDADES DE SERVICIO	5
Actividad No. 1: Supervisión y curación de la colección de hongos de la Micoteca.....	5
Actividad No. 2: Ayuda al Orden de Registro MICG.....	6
Actividad No. 3: Reordenamiento de ejemplares de la Micoteca y separación de ejemplares “tipo”	6
Actividad No. 4: Soporte en revisión de artículos científicos en español e inglés (no-planificada).....	6
Actividad No. 5: Giras de campo a aldea El Cuje (Santa Rosa), Parque Ecológico Florencia (San Juan Sacatepéquez), San Juan Comalapa (Chimaltenango).....	7
B. ACTIVIDADES DE DOCENCIA	7
Actividad No. 1: Participación en el 9no. Taller Internacional de Hongos Micorrízicos Comestibles (9th International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushroom –IWEMM9), en Texcoco, México, 10–14 julio 2017.....	7
Actividad No. 2: Preparación del Poster Científico “ <i>Distribution of Ectomycorrhizal Edible Mushrooms in Guatemala: main genera and species from 1970 to 2015</i> ”, presentado en el IWEMM9 – Texcoco, México (10–14 julio 2017)	8
Actividad No. 2: Preparación del Poster Científico “ <i>Edible Cortinarius Mushrooms in Guatemala</i> ”, presentado en el IWEMM9	9
Actividad No. 3: Participación en InfoUSAC – 25 de abril de 2017	9
Actividad No. 4: Participación en la “Segunda Reunión del Grupo Nacional de la Iniciativa Mundial de Taxonomía –IGT”, realizado por entidades del CONAP, en mayo 30 de 2017	10
Actividad No. 5: “Actualización de la Lista de Especies Amenazadas –LEA– de Guatemala. Taller No. 7: Adecuación de listados de flora no maderable a nueva categorización de la LEA”	10
B. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN	11
Artículo para Publicación: Descripción taxonómica del género <i>Tricholomopsis</i> (Agaricales: Tricholomataceae) en Guatemala.....	11
RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

ANEXOS.....	12
Anexo 1: Instantáneas del proceso de curación de especímenes micológicos	12
Anexo 2: Capturas del Libro de Registro y Registro Digital de la Micoteca MICG	13
Anexo 3: Capturas de los artículos científicos.....	14
Anexo 4: Fotografías de la Aldea “El Cuje”, Santa Rosa	15
Anexo 5: Fotografías del Parque Ecológico Florencia, Santa Lucía Milpas Altas	15
Anexo 6: Fotografías de San Juan Comalapa, Chimaltenango	16
Anexo 7: Mapa del Póster de Distribución de Hongos Ectomicorrícicos Comestibles	16
Anexo 8: Captura de contenido del Póster de <i>Cortinarius</i>	17
Anexo 9: Captura de los Posters presentados en el IWEMM9.....	18
Anexo 10: Captura de documento de la 2da. Reunión IGT–CONAP	19

INTRODUCCIÓN

El presente informe de EDC describe las actividades de servicio, docencia e investigación desarrolladas entre enero 2017 y enero 2018 en la Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos –UBIOTAH–, bajo la asesoría del Dr. Roberto E. Flores Arzú y demás profesores titulares.

Guatemala cuenta con una amplia biodiversidad con particular endemismo y potencial de descubrimiento. Respecto a esto último, los hongos han pasado un tanto desapercibidos como objeto de estudio y aplicación en el país, a pesar de ser casi omnipresentes. Actualmente la diversidad fúngica mundial se ve fuertemente amenazada por el cambio climático y distintas actividades antropogénicas, por lo que es de suma importancia estudiar la diversidad, localidad y beneficios ecosistémicos de los hongos (macro- y microscópicos), antes de que muchas especies de valor desaparezcan sin haber sido siquiera descubiertas. Esta es la razón principal del apoyo a esta unidad de investigación de la facultad, la UBIOTAH, misma que tiene a su cargo la Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG–, que posee más de 5,000 ejemplares herborizados (preservados) entre los que se incluyen especies endémicas y nuevos registros para la región mesoamericana, en relación a las micobiotas de Norteamérica y Sudamérica ^(Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG, s.f.).

Las actividades de servicio se resumen en la curación y el mantenimiento de los especímenes de la Micoteca MICG, la participación en giras de campo a distintas localidades, y el apoyo en la edición y traducción de documentos de carácter científico, entre los que se cuentan artículos de entidades en el extranjero que han solicitado nuestra colaboración. Por otra parte, las actividades de docencia se han centrado en la participación de actividades organizadas por el CONAP o por la USAC, y en la elaboración de material informativo a presentarse en el 9^{no} Taller Internacional Sobre Hongos Micorrízicos Comestibles, al cual se pretende asistir.

Las actividades de investigación se han llevado a cabo en la misma unidad de práctica, bajo la asesoría del Dr. Roberto Flores Arzú. Dicha investigación lleva por título “*Descripción taxonómica del género Tricholomopsis (Agaricales: Tricholomataceae) en Guatemala*” y tiene por objeto la descripción taxonómica del género *Tricholomopsis* para Guatemala, así como su comparación con ejemplares de las especies descritas para otras latitudes. Esta investigación sienta las bases para futuras revisiones del género y para estudios ecológicos o aplicados para las especies descritas.

LISTA DE ACTIVIDADES

A. ACTIVIDADES DE SERVICIO

Actividad No. 1: Supervisión y curación de la colección de hongos de la Micoteca

Objetivo: Ayudar al mantenimiento de los ejemplares de la Micoteca MICG por medio de la revisión y curación de especímenes.

Descripción/metodología: Los ejemplares de la colección son susceptibles de contaminación o infestación por otros organismos (mohos, bacterias, ácaros, etc.), lo que requiere de una revisión continua para asegurar su preservación, siendo necesario un proceso de curación en algunos casos. A los especímenes afectados se les aplica alcohol isopropílico 98% (Cediel & *et al.*, 2009; Montuenga, Ruiz & Calvo, 2009) con una brocha pequeña para eliminar los contaminantes, luego se colocan en una deshidratadora hasta su completo secado, e inmediatamente se re-empaquetan con la descripción pertinente. En caso de ácaros, las muestras se congelan por dos días, se limpian con pincel y alcohol y se vuelven a congelar por un día más, luego se secan en deshidratadora y se empacan en una nueva envoltura.

Resultados parciales: Se revisaron y curaron ejemplares de 19 cajas con especímenes de la colección de los géneros *Amanita*, *Austroboletus*, *Boletellus*, *Boletus*, *Calvatia* y *Cantharellus*, entre otros. Entre los ejemplares se incluyen “tipos” de alto valor para la Unidad y para el conocimiento sobre la biodiversidad del país.

Objetivos alcanzados: Contribuir al mantenimiento de la colección micológica.

Limitaciones/dificultades: Suspensión de actividades en algunas fechas.

Actividad No. 2: Ayuda al Orden de Registro MICG

Objetivo: Colaborar en el mantenimiento del orden de registro MICG de los ejemplares de la Micoteca.

Descripción/metodología: Cada ejemplar dentro de la colección cuenta con un número único de identificación que inicia con las siglas “MICG”, que identifican internacionalmente a la Micoteca y al número de ejemplar con su descripción. Todo ejemplar se anota en el libro de ingreso de ejemplares y en la base de datos digital. Los nombres científicos deben ser actualizados, y la información correspondiente a cada espécimen debe corresponder entre los registros digital y escrito.

Resultados parciales: Se revisaron los registros MICG de las 19 cajas curadas de los géneros *Amanita*, *Austroboletus*, *Boletellus*, *Boletus*, *Calvatia* y *Cantharellus*, entre otros.

Objetivos alcanzados: Revisión del número MICG de los ejemplares. Ingreso de especímenes al registro de la micoteca (libro y registro digital).

Limitaciones/dificultades: No todos los ejemplares contienen información detallada y en algunos casos hubo registros cruzados).

Actividad No. 3: Reordenamiento de ejemplares de la Micoteca y separación de ejemplares “tipo”

Objetivo: Colaborar en el reordenamiento de los ejemplares de la Micoteca.

Descripción/metodología: Los ejemplares curados o de nuevo ingreso fueron ingresados nuevamente o con un número asignado. También se completaron algunos datos faltantes de algunas muestras. También se identificaron algunos ejemplares tipo.

Resultados parciales: ordenamiento de los ejemplares según orden alfabético de los géneros trabajados.

Limitaciones/dificultades: Especímenes deteriorados (unos pocos fueron descartados para evitar la contaminación de otros especímenes). Información escasa en la web, especialmente para especies endémicas.

Actividad No. 4: Soporte en revisión de artículos científicos en español e inglés (no-planificada)

Objetivo: ayudar en la revisión de artículos que serán próximamente publicados en un libro a presentarse en el IWEMM9, en Texcoco, México, a realizarse en fechas 10–14 de Julio de 2017

Descripción/metodología: se apoyó en la revisión de redacción y traducción de artículos científicos de la unidad y de autores extranjeros. Se revisó cada una de las citas bibliográficas, el contenido citado, y el formato de presentación de las referencias de manera acorde a lo solicitado por la editorial. Parte del trabajo consistió en consultar las referencias y realizar correcciones menores. En los artículos en inglés, se revisaron terminología y gramática.

Resultados parciales: se contribuyó en la edición de artículos científicos. El estudiante mejoró sus habilidades para la redacción científica.

Objetivos alcanzados: el estudiante se involucró en el conocimiento de los hongos micorrícicos en otras latitudes, y de la diversidad de hongos a nivel nacional.

Limitaciones/dificultades: suspensión de actividades.

Actividad No. 5: Giras de campo a aldea El Cuje (Santa Rosa), Parque Ecológico Florencia (San Juan Sacatepéquez), San Juan Comalapa (Chimaltenango).

Objetivo: Recolectar cuerpos fructíferos de hongos micorrícicos y/o saprófitos en las localidades. Las giras se realizaron en los días 01 de mayo y 01 de junio para aldea El Cuje, 31 de mayo para el Parque Ecológico Florencia, y 09 de junio para San Juan Comalapa.

Descripción/metodología: Se realizaron visitas a las localidades con el fin de recolectar cuerpos fructíferos. Se contó con el apoyo de personas locales, quienes aportaron información sobre diversidad y consumo de hongos. Cada ejemplar colectado fue posteriormente preparado para su ingreso a la Micoteca MICG, así como ingresado a los registros de la misma (anexos 4, 5 y 6).

Resultados parciales: Recolección de especímenes de valor para el conocimiento micológico de la región.

Objetivos alcanzados: Aprender a observar en campo y recolectar macrohongos.

Manejar con propiedad la metodología para preservar muestras fúngicas, describirlas e ingresar sus datos en la base de datos de la Micoteca.

B. ACTIVIDADES DE DOCENCIA

Actividad No. 1: Participación en el 9no. Taller Internacional de Hongos Micorrícicos Comestibles (9th International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushroom –IWEMM9), en Texcoco, México, 10–14 julio 2017

Objetivo: Participar en el Taller como asistente y expositor de poster científico.

Descripción/metodología: Se asistió al evento como estudiantes internacionales en representación de la Universidad San Carlos de Guatemala-USAC y de la Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos-UBIOTAH, participando en las distintas actividades relacionadas a los hongos micorrícicos comestibles y los avances científicos más recientes en el tema.

Resultados parciales: Asistencia durante las conferencias y actividades del congreso. Presentación de material elaborado para este evento (posters).

Objetivos alcanzados: Se obtuvo información de primera mano sobre los avances científicos más recientes sobre hongos micorrícicos comestibles. Se participó en la ponencia de posters sobre la diversidad fúngica de Guatemala. Contactar especialistas extranjeros y vínculos para estudios de postgrado.

Limitaciones/dificultades: ninguna.

Actividad No. 2: Preparación del Poster Científico “*Distribution of Ectomycorrhizal Edible Mushrooms in Guatemala: main genera and species from 1970 to 2015*”, presentado en el IWEMM9 – Texcoco, México (10–14 julio 2017)

Objetivo: Elaborar un poster sobre los principales géneros de hongos micorrícicos comestibles en el país, que fue presentado en el 9^{no} Taller Internacional Sobre Hongos Micorrícicos Comestibles-IWEMM9, del 10-14 de Julio de 2017 (Anexos 7 & 9).

Descripción/metodología: Utilizando datos del registro digital de la MICG, se elaboró un mapa donde se sitúan las colectas de hongos micorrícicos comestibles realizadas a la fecha por la UBIOTAH, enfatizando los puntos de mayor abundancia y endemismo. Se realizaron 3 gráficas que aportan información valiosa sobre la situación actual de la diversidad fúngica de Guatemala. El póster se elaboró en conjunto con Rafael Funes Tovar, estudiante de Biología, y el Dr. Roberto E. Flores, profesor titular de la UBIOTAH.

Resultados parciales: elaboración de material divulgativo sobre la diversidad fúngica del país, conteniendo información sobre colectas durante los últimos años realizadas en distintas localidades por la UBIOTAH.

Objetivos alcanzados: El material se presentó durante el IWEMM9, México.

Limitaciones/dificultades:

Actividad No. 2: Preparación del Poster Científico “*Edible Cortinarius Mushrooms in Guatemala*”, presentado en el IWEMM9 .

Objetivo: Elaborar un poster informativo sobre las especies del género *Cortinarius* en Guatemala, con información sobre su endemismo y actual consumo por pobladores del altiplano central de Guatemala. El material se presentó en el IWEMM9, (anexos 8 & 9).

Descripción/metodología: El póster se elaboró en conjunto con Rafael Funes Tovar, estudiante de Biología, y el Dr. Roberto E. Flores, profesor titular de la UBIOTAH. Distintos ejemplares de *Cortinarius* fueron evaluados macro- y microscópicamente, y luego comparados con información sobre el género en Europa y Estados Unidos. Se detalló información pertinente a la etnomicología de estos hongos en el país, así como de su creciente consumo en ciertas localidades.

Resultados parciales: elaboración de material informativo sobre el género *Cortinarius* en el país, así como de especies con probable endemismo.

Objetivos alcanzados: El material se presentó durante el IWEMM9

Limitaciones/dificultades: ninguna

Actividad No. 3: Participación en InfoUSAC – 25 de abril de 2017

Objetivo: colaborar en la difusión del conocimiento de la unidad, de la biología, y de la facultad en general, orientado a estudiantes pre-universitarios que asistieron al evento de InfoUSAC 2017.

Descripción/metodología: se participó activamente en el evento durante un periodo de 3 ½ horas continuas. Se informó a los asistentes sobre las carreras impartidas en la facultad y en específico sobre la carrera de biología y la unidad UBIOTAH (escuela de química biológica).

Resultados parciales: se orientó a los estudiantes sobre la carrera y la importancia de su estudio, mostrándoles parte del trabajo que se realiza en las distintas carreras, así como se enfatizó la importancia de cada una para la sociedad guatemalteca.

Objetivos alcanzados: difusión del conocimiento de la facultad e información relevante para estudiantes pre-universitarios.

Limitaciones/dificultades:

Actividad No. 4: Participación en la “Segunda Reunión del Grupo Nacional de la Iniciativa Mundial de Taxonomía –IGT”, realizado por entidades del CONAP, en mayo 30 de 2017

Objetivo: participar como estudiantes de la carrera de Biología, en la segunda reunión concerniente al proyecto activo “Creación de capacidades para el establecimiento del Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica”.

Descripción/metodología: Se mantuvo conversación con los asistentes y se compartieron puntos de vista sobre distintos aspectos en relación al tema. Se anotaron algunas observaciones y se compartieron sugerencias.

Resultados parciales: El estudiante se involucró en el proceso de establecimiento de un proyecto que en el futuro supondrá un beneficio para la ciencia y la conservación en el país.

Objetivos alcanzados: Actualización en el conocimiento sobre la situación actual de la diversidad en Guatemala. Aportes menores de punto de vista sobre el tema.

Limitaciones/dificultades: ninguna.

Actividad No. 5: “Actualización de la Lista de Especies Amenazadas –LEA– de Guatemala. Taller No. 7: Adecuación de listados de flora no maderable a nueva categorización de la LEA”

Objetivo: Recibir docencia sobre la situación actual de la Lista de Especies Amenazadas –LEA– de Guatemala, sobre cómo ésta se constituye y los problemas inherentes. Esta se desarrolló en las instalaciones del INAB, zona 13 de la ciudad capital, en febrero 09 de 2017.

Resultados: La docencia fue impartida por el Lic. Alan Marroquín, consultor del CONAP, y por demás profesionales asistentes al evento. Se recibió de primera mano una docencia sobre las especies actualmente catalogadas en distintos niveles de amenaza, se discutió sobre los problemas inherentes a la falta de información y las posibles repercusiones sociales, así como consideraciones que deben tomarse según cada caso. Se participó en la actualización de especies fúngicas amenazadas, con Dr. Roberto Flores y Dra. Maura Quezada.

Limitaciones/dificultades: Carencia de información actualizada sobre la diversidad fúngica y su distribución.

B. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN

Artículo para Publicación: Descripción taxonómica del género *Tricholomopsis* (Agaricales: Tricholomataceae) en Guatemala.

RESUMEN DE ACTIVIDADES PLANIFICADAS

Programa/ Actividades	Fecha propuesta	Horas EDC asignadas	Horas EDC Acumuladas	% Horas Acumuladas
Servicio – 269.5hrs				
Supervisión-Curación				
Registro	feb-jun			
Reordenamiento				
Revisión Artículos	feb-jun	269.5hrs	342hrs	127%
Giras El Cuje	may-01/jun-01			
Gira Florencia	may-31			
Gira Comalapa	jun-09			
Servicio Preestablecido – 40hrs				
UBIOTAH*	feb	40hrs	40hrs	100%
Docencia – 115.5hrs				
Poster Diversidad				
IWEMM9				
Poster <i>Cortinarius</i>	abr-jul	115.5hrs	116.5hrs	101%
IWEMM9				
InfoUSAC	abr-25			
Reunión IGT-CONAP	may-30			

Investigación

“Descripción taxonómica del género *Tricholomopsis* (Agaricales: *Tricholomataceae*) en Guatemala”

julio 2017 – enero 2018

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cediel, J. & *et al.* (2009). *Manual de histología: Tejidos fundamentales*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad del Rosario.

Micoteca Rubén Mayorga Peralta - MICG. (s.f.). *Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos –UBIOTAH–: Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG–*. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <http://micoteca.usac.edu.gt/>

Montuenga, L., Ruiz, F., & Calvo, A. (2009). *Técnicas en histología y biología celular*. Barcelona, España: Elsevier España, S.L.

ANEXOS**Anexo 1:** Instantáneas del proceso de curación de especímenes micológicos

Imagen 1 – ejemplar de *Amanita muscaria* biodeteriorado por un moho. Nótese el micelio abundante que cubre la superficie de un tono grisáceo.



Imagen 2 – herramientas del proceso de curación. Se requiere exclusivamente de alcohol isopropílico de alta pureza (97-99%).



Imagen 3 – deshidratadora utilizada para los ejemplares previo a su empaque. Los ejemplares son desecados en función de la humedad remanente, previo a poder empaquetarse de forma aislada.



Imagen 4 – selladora de calor para los empaques donde se aíslan los especímenes. Tras su curación y desecado, los ejemplares deben re-empaquetarse con sumo cuidado.



Imagen 5 – espécimen (duplicado de alto valor) tras su curación, desecado y re-empaquetado. Nótese el número de identificación MICG, único para cada espécimen y anotado tanto en el libro de registro como en el registro digital.



Imagen 6 – ejemplo del contenido de cada muestra en la colección. La misma debe contar con una muestra física y bien preservada del espécimen, una etiqueta única con no. de registro-MICG, y una descripción taxonómica.

Anexo 2: Capturas del Libro de Registro y Registro Digital de la Micoteca MICG

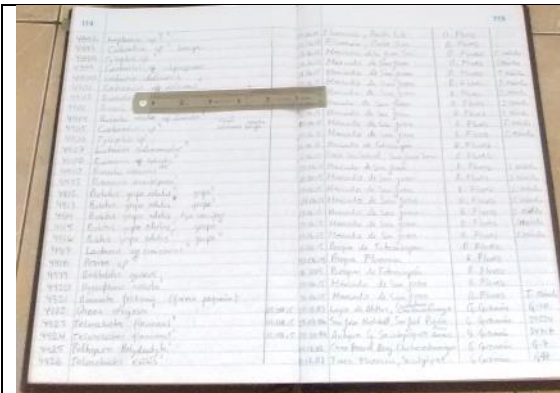


Imagen 1 – Libro de registro de la Micoteca.

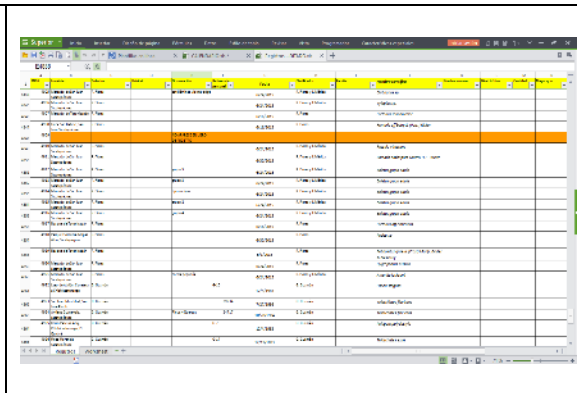


Imagen 2 – Registro digital de la Micoteca.

Anexo 3: Capturas de los artículos científicos

AVANCES SOBRE LA MICORRIZA Y EL CULTIVO DE TRUFAS DEL DESIERTO

Asunción Morte*, Almudena Gutiérrez y Alfonso Navarro Ródenas

MODIFICATIONS OF COMMUNITY STRUCTURE IN ECTOMYCORRHIZAL ARTIC
FUNGI AS A CONSEQUENCE OF GLOBAL WARMING

Luis N. Morgado^{1,2} and József Geml^{2,3}

SARDINIA: MYCOVISIONS FROM A CHARMING LAND

Ornella Comandini and Andrea C. Rinaldi

EDIBLE MUSHROOMS AND THEIR CULTURAL IMPORTANCE IN
YUNNAN, CHINA

Fuqiang Yu¹, Alexis Guerin-Laguet², Yun Wang³

DIVERSIDAD E IMPORTANCIA DE LOS HONGOS ECTOMICORRICICOS EN
GUATEMALA

Roberto Flores Arzú¹

DIVERSITY AND IMPORTANCE OF THE ECTOMYCORRHIZAL FUNGI IN
GUATEMALA

Roberto Flores Arzú¹

Diversidad de hongos micorrícicos en bosques de *Pinus*
caribaea en Poptún, Guatemala.

Roberto Flores Arzú y María del Carmen Bran González

Anexo 4: Fotografías de la Aldea “El Cuje”, Santa Rosa



Anexo 5: Fotografías del Parque Ecológico Florencia, Santa Lucía Milpas Altas



Ejemplar de *Boletus* sp. recolectado

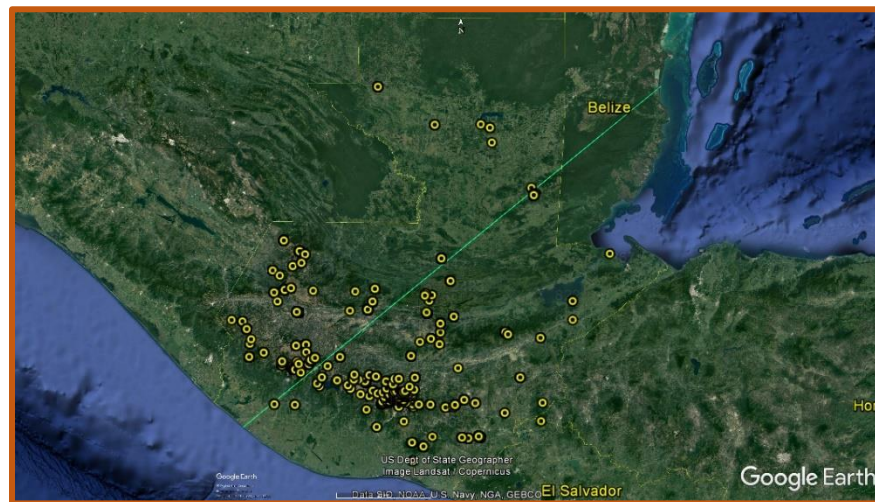


Ejemplar del género *Amanita*

Anexo 6: Fotografías de San Juan Comalapa, Chimaltenango

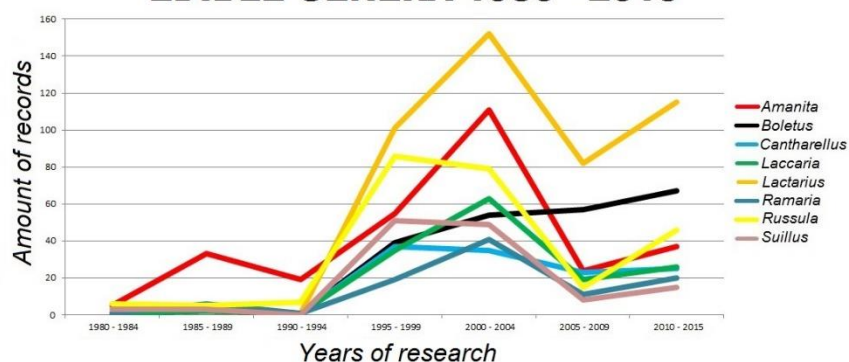


Anexo 7: Mapa del Póster de Distribución de Hongos Ectomicorrícicos Comestibles



Captura del mapa de distribución de colectas de hongos micorrícicos comestibles en el periodo 1980-2015. Cabe denotar que los puntos no representan muestras individuales, sino sitios de colecta que pueden albergar un numero considerable de especímenes recolectados.

AMOUNT OF RECORDS OF THE MAIN EDIBLE GENERA 1980 - 2015



Una de las gráficas del póster de diversidad, donde se muestra el número de colectas de los ocho principales géneros de hongos micorrícicos comestibles en el país desde 1980 a 2015.

Anexo 8: Captura de contenido del Póster de *Cortinarius*

EDIBLE *CORTINARIUS* MUSHROOMS IN GUATEMALA. DESCRIPTION OF SPECIES SOLD IN RURAL MARKETS OF CENTRAL GUATEMALA

Rafael Funes Tovar, Faisal Abdalla Herrera and Roberto Flores Arzú*

Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos –UBIOTAH. Departamento de Microbiología de la Escuela de Química Biológica. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC. Edif. T-12, zona 12, Ciudad Universitaria. Guatemala, 01012.

*Email: floresarzu.roberto@gmail.com

Introduction

The genus *Cortinarius* is one of the more richest in species worldwide with more than 50 species from Europe and North America. Edible species have been recorded especially from China, Japan, Russia and Ucrany. However, *Cortinarius* also includes species that produce serious intoxications (could cointain the nephrotoxines orellanine and cortinarines A & B), for it is not advised to consume them (Boa, 2004). In Guatemala, several species have been found at the makets of San Juan Sacatepéquez, San Martin Jilotepeque, Comalapa, Chimaltenango and Tecpán, , being particularly consumed by Kaqchikel people. This genus has never been studied about its species, toxicology or nutraceutical composition in the country.

Methods

1. *Cortinarius* species sold at the municipal markets of San Juan Sacatepéquez, San Martin Jilotepeque, San Juan Comalapa, Tecpán and Chimaltenango were bought to

Captura parcial del documento del póster de *Cortinarius* a presentarse en el IWEMM9.

Anexo 10: Captura de documento de la 2da. Reunión IGT–CONAP



Proyecto: “Creación de capacidades para el establecimiento del Sistema Nacional de Información sobre Diversidad Biológica”

Reunión “Segunda Reunión del Grupo Nacional de la Iniciativa Mundial de taxonómica -IGT”

La reunión se llevará a cabo entre miembros representantes de la iniciativa global taxonómica Guatemalteca y la Dirección de Valoración y Conservación de la Diversidad Biológica -DVADB- con el objetivo de retomar la iniciativa del IGT y elaborar un plan de trabajo para la iniciativa.

30 de mayo de 2017

AGENDA

HORA	ACTIVIDAD	IMPARTIDA
16:00 -16:15	Palabras de Bienvenida	M.Sc. José Luis Echeverría
16:15 – 16:30	Avances de la iniciativa de Guatemala como País GBIF.	M.Sc. José Luis Echeverría
16:30 – 16:45	Resumen de avances de la iniciativa mundial taxonómica (IGT) de Guatemala y lineamientos del taller.	M.Sc. Gustavo Ruano
16:45 – 17:50	Grupos de trabajo	Todos
17:50	Cierre del evento	M.Sc. Mercedes Barrios

- Grupos de trabajos para revisar objetivos y proponer actividades.
- En base a esta agenda se va a discutir sobre el plan de trabajo para la iniciativa global taxonómica de Guatemala a largo, mediano y corto plazo.

Descripción taxonómica del género *Tricholomopsis* (Agaricales: Tricholomataceae) en Guatemala

Abdalla Herrera F¹ ², Flores Arzú R¹

¹Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos (UBIOTAH), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 01012. (abdallafai@gmail.com; floresarzu.roberto@gmail.com)

²Programa de Experiencia Docente con la Comunidad –EDC– para Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 01012.

RESUMEN

Se describen taxonómicamente ejemplares del género *Tricholomopsis* (Singer, 1939) recolectados en la república de Guatemala, los cuales fueron identificados como *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.)

Singer y *Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer, como únicas especies de este género en el país. Los

ejemplares se recolectaron en bosques de pino y pino-encino, en tocones o directamente en el suelo.

Se examinaron sus características macro- y microscópicas para luego compararlas con las

características descritas en especímenes en Norteamérica y Europa. Los caracteres macroscópicos de

los especímenes guatemaltecos son en mayoría congruentes con los descritos para las especies en otras

latitudes; sin embargo, algunos caracteres microscópicos presentan variación: los ejemplares

guatemaltecos de *T. decora* poseen esporas más simétricas y pequeñas, con queilocistidios de muy

variada morfología. *T. rutilans* presenta esporas más semejantes a las descripciones europeas y

norteamericanas, pero con variaciones morfológicas en queilocistidios y pleurocistidios. Se requieren más estudios taxonómicos y moleculares para esclarecer la naturaleza de las variaciones observadas.

Palabras clave: Neotrópico, Tricholomataceae, saprófito, lignícola, hongo neotropical, bosque mixto.

ABSTRACT

We make a taxonomical description of the genus *Tricholomopsis* (Singer, 1939) collected within the territory of Guatemala, where these have been identified as the species *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Singer and *T. decora* (Fr.) Singer, being these the only species reported for the country.

Samples were collected before the study in pine and pine-oak forests, being found in stumps or directly on the ground. We examined their macroscopic and microscopic features to later compare them with the characteristics exhibited by the species in North America and Europe. Macroscopic features in both species mostly resemble those observed in the foreign species; however, microscopical features revealed some variations in key characters that must be considered in later taxonomic studies. Regarding to, the Guatemalan specimens of *T. decora* have more symmetrical and smaller spores, and cheilocystidia are more varied morphology. On the other side, *T. rutilans* has spores that differ slightly from those in North America and Europe, as well as morphological variation in cheilocystidia and pleurocystidia. More taxonomical and molecular studies are required to clarify the nature of these variations.

Keywords: Neotropic, Tricholomataceae, saprophytic fungi, lignicolous fungi, neotropical mushroom, mixed forest.

INTRODUCCIÓN

El género *Tricholomopsis* Singer (1939: 56) comprende un grupo de hongos saprófitos de la Familia Tricholomataceae (Basidiomycota: Agaricales) con distribución cosmopolita (Index Fungorum, 2017; GBIF, 2017). Singer (1939) propuso el género *Tricholomopsis* en base a sus láminas amarillentas, píleo seco y fibroso o finamente escamoso, de tonalidad roja a amarilla, y usualmente asociado a troncos de árboles caídos. Las láminas presentan prominentes queilocistidios, un eje laminar estéril, y esporas de superficie lisa no-amiloides (Cooper & Duckchul, 2016).

Ecológicamente, su característica más notable es la alta producción de enzimas lignocelulolíticas – peroxidasa y lacasa–, contribuyendo ampliamente a la degradación de los restos vegetales en los ecosistemas donde se desarrollan. Esta característica es de amplia utilidad en la industria actual del reciclaje (Sudarson *et al.*, 2014). Algunas especies como *T. lividipileata* (en China) son consumidas y valoradas por su alto contenido en compuestos antioxidantes y proteínas (Sun *et al.*, 2017). También son destacables las propiedades inmunosupresoras de *T. rutilans*, comparables al medicamento Dexametasona (Liberra *et al.*, 1991). La adecuada identificación del género *Tricholomopsis* abre la puerta a su estudio y posible aplicación para la ciencia en el país.

Actualmente se reconocen de 30 a 43 especies a nivel global (Kirk *et al.*, 2008; Cooper & Duckchul, 2016; Index Fungorum–Bioscience, 2008–2017; GBIF, 2017), por lo que se considera un género de distribución cosmopolita y con particular abundancia en el hemisferio Norte. En América son escasos los registros hacia el Sur del continente y pocos los registros en América Central (Holec & Kolarik, 2012; GBIF, 2017). Para Guatemala únicamente han sido reportadas las especies *T. decora* (Fr.)

Singer y *T. rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Singer (Sommerkamp & Guzmán, 1990; Flores *et al.*, 2002; Flores, Comandini & Rinaldi, 2012), las cuales se recolectaron sobre restos de madera en bosques de coníferas. La experiencia actual sobre la micología en el país sugiere que la diversidad del género podría extenderse más allá de la aceptada actualmente y, como sugieren algunos autores, la diversidad actual del grupo requiere de un mayor estudio taxonómico que permita no solamente identificar las características de las especies presentes, sino también describir sus particularidades a nivel taxonómico (Bas, Kuyper, Noordeloos & Vellinga, 1999; Olariaga, Laskibar & Holec, 2015).

Con el objetivo de confirmar la identidad taxonómica de los ejemplares del género *Tricholomopsis* recolectados en Guatemala, se presenta un análisis macroscópico y microscópico de los mismos, el cual es comparado con las descripciones originales y de otras regiones en Norteamérica y Europa. Se presentan además hallazgos de diferencias a nivel microscópico, que amplían rangos de medidas en cada especie y que podrán ser de utilidad en futuros estudios filogenéticos, de distribución de especies de Norte a Sur en América y de riqueza fúngica en el istmo centroamericano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ejemplares de *Tricholomopsis* fueron colectados en bosques de pino o pino-encino –a excepción de uno colectado en un bosque montano sub-tropical–, a una altitud entre 1550–3550 msnm.; las coordenadas se obtuvieron utilizando un dispositivo receptor de GPS o fueron registradas en fecha posterior por el colector. Las designaciones de herbario se realizaron en base a lo establecido por el

International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code, 2012). La información referente a las colectas se presenta en el Cuadro 1 (Anexo 1).

Tras ser recolectados, los cuerpos fructíferos fueron examinados y descritos macroscópicamente en campo por el colector. Las mediciones de los esporocarpos se realizaron con los ejemplares en fresco, así como la determinación de su coloración, la cual es descrita subjetivamente en términos generales y/o con designación alfanumérica de color según Küppers (1987). La identificación se basó en las claves micológicas para Norteamérica y Europa de Smith (1960); Moser (1983); Ammirati, Traquair & Horgen (1985); Singer (1986); Bas, Kuyper, Noordeloos, & Vellinga (1999). Los esporocarpos fueron deshidratados, preservados y registrados de acuerdo a los requisitos de la Micoteca Rubén Mayorga Peralta (USAC, Guatemala).

Para la microscopía se realizaron montajes en fresco con KOH 3% y Rojo Congo para rehidratar las muestras y teñir el tejido. Los cortes examinados fueron extraídos del himenio, pileo y estípite de los especímenes. Se utilizó reactivo de Melzer para determinar reacción amiloide de las esporas. Los montajes se examinaron con un microscopio Leica DM750, y las mediciones se realizaron mediante el programa *Leica Application Suite -LAS-* v4.9.0 (Leica Microsystems, 2016) en el Laboratorio de Micología de la Escuela de Química Biológica, de la USAC. Un mínimo de 25 basidiosporas por cada espécimen fueron medidas para calcular el valor Q (largo/ancho). Se utilizó el mismo valor (n = 25) para determinar las dimensiones de las demás estructuras: basidios, queilocistidios, pleurocistidios, etc., anotando detalles correspondientes a cada estructura. La descripción de las

estructuras se basó principalmente en Bas, Kuyper, Noordeloos, & Vellinga (1988). Los valores numéricos para las estructuras descritas corresponden al valor promedio del total de muestras analizadas para cada especie.

RESULTADOS

Descripción taxonómica de las especies de *Tricholomopsis* en Guatemala

Tricholomopsis decora (Fr.) Singer, *Schweiz. Z. Pilzk.* 17: 56 (1939)

[Syn. *Agaricus decorus* Fr., *Syst. Mycol. (Lundae)* 1: 108 (1821)]

Figura 1 A–D (Anexo 2)

Pileo: 40–106mm de diámetro; convexo a plano-convexo, con centro umbonado; margen recto, finamente estriado, borde entero; superficie finamente escamosa a fibrilosa, más densa hacia el centro; cutícula desprendible; región central café, café-rojizo, café-oliváceo en ejemplares maduros; contexto 8–10mm en grosor, color amarillo intenso a naranja; higrófono, de textura cerosa; aroma fúngico. *Himenio*: láminas adnadas, anchas, estrechas; de eje laminar estéril; borde liso, finamente denticulado hacia el estípite; lamélulas sub-truncadas a atenuadas, frágiles, de color amarillo intenso. *Estípite*: 25–60mm en longitud, 5–10mm de diámetro al ápice, 6–11mm a la base; céntrico a excéntrico, cilíndrico, de color amarillo-naranja, más pálido hacia el ápice; superficie finamente

fibrilosa-escamosa, tomentosa en el ápice, con escamillas color café hacia la base. *Contexto*: lleno a ligeramente hueco; fibriloso; de paredes anchas; color amarillo claro a amarillo intenso en ejemplares maduros. *Olor y sabor*: aroma fúngico; sabor amargo, picante. *Reacciones Químicas*: NaOH/KOH = margen, píleo y láminas se tiñen de color café-oscuro; Melzer = negativo.

Hábito: lignícola, gregario, sobre restos de madera o tocones. *Localidades*: bosques de *Pinus* (*P. rudis*, *P. ayacahuite*), *Abies* (*A. guatemalensis*). *Altitud*: 2350–3560 msnm. (Especímenes MICG: 4302, 4308, 4330, 4352 y 4594).

Esporas: 6.0–7.5(–8.0) x 5.0–6.0(–7.5) μm ; Q = 1.09–1.36, Q_{av} = 1.18; sub-globosas a ampliamente elipsoides en vista lateral; lisas, sin-ornamentaciones o hendiduras; con apéndice hilar pronunciado, de pared delgada, hialinas e inamiloides. *Basidios*: 27–36 x 5.0–6.5(–7.0) μm ; tetraesporicos; clavados a estrechamente clavados. *Queilocistidios*: (33–)42–52(–62) x 6.5–9.0(–10) μm ; abundantes, estrechamente utriformes a oblongos; ápice obtuso, sub-capitado o capitado; paredes ligeramente anchas; a menudo colapsados; mayores a los basidios, y más claros en pigmentación. *Pleurocistidios*: escasos; oblongos a cilíndricos, con ápice sub-capitado o capitado; generalmente colapsados. *Himenio*: sub-regular, ligeramente entretrejido, con fibulas.

Comentario: las esporas de *T. decora* de Guatemala muestran un valor Q=1.18, que resulta muy inferior al reportado para la especie en Europa (Q = 1.40–1.54) (Moser, 1983; Bas *et al.*, 1999; Phillips, 2006; Holec & Kolarik, 2012), así como al de Norteamérica (Q = 1.33–1.50) (Smith, 1960;

Besette *et al.*, 2007). En el análisis comparativo se encontró que *T. decora* en Europa posee esporas más largas, de hasta 6.5–9.0(–10) en longitud y 4.5–6.5(–7.0) μm en ancho (Holec & Kolarik, 2012). En Norteamérica, las dimensiones de las esporas son 6–7.5 x 4.5–5 μm (Smith, 1960). Los queilocistidios presentan la mayor variación morfológica (utriformes a oblongos) respecto a otras latitudes (clavados a lageniformes) y resultan más estrechos (42–52 x 6.5–9.0 μm) respecto a lo que señalan Kuo (2013) para Norteamérica, así como Smith (1960); Bas *et al.* (1999); Phillips (2006) y Holec & Kolarik (2012) para Europa.

Tricholomopsis rutilans (Schaeff. ex Fr.) Singer, *Schweiz. Z. Pilzk.* 17: 56 (1939)

[Syn. *Agaricus rutilans* Schaeff. ex Fr.]

Figura 2 A–C (Anexo 2)

Píleo: 20–120mm de diámetro; convexo a plano-convexo, con centro deprimido; margen incurvado, irregular; superficie tomentosa-escumulosa, cubierta densamente por fibrillas y escamas color rojo, rojo-púrpura o café-rojizo; fondo amarillo claro, más apreciable en ejemplares maduros.

Himenio: láminas adheridas a sub-adheridas, apretadas, de borde crenulado; color amarillo claro a

ligeramente anaranjadas. *Estípite*: 25–90mm en longitud, hasta 20mm de diámetro, de base

levemente ensanchada; superficie aterciopelada; fondo amarillo claro, cubierto por fibrillas dispersas café-rojizo, ausentes hacia el ápice y descubriéndose el fondo amarillo. *Contexto*: denso a ligeramente

huevo; amarillo a amarillo pálido. Inodoro; sabor suave a rábano, no-agradable. *Reacciones Químicas:*
KOH/NaOH = pileo y contexto se tiñen de rojo; Melzer = negativo.

Hábito: terrícola o lignícola, sobre madera en descomposición, gregario. *Localidades:* bosques de coníferas (*Pinus*, *Pinus-Quercus*, *A. guatemalensis*) y bosque lluvioso montano sub-tropical. *Altitud:* 1554–2254 msnm. (Especímenes MICG: 879, 2938, 2963, 4298, 4629, 4642 y 4883).

Esporas: 5.5–6.5(–7.0) x 4.0–5.0(–5.5) μm ; $Q = 1.1\text{--}1.33$; $Q_{av} = 1.23$; elipsoides a ampliamente-elipsoides; generalmente lisas; sin-hendiduras; con apéndice hilar; de pared delgada; hialinas; inamiloides. *Basidios:* 28–39 x 4.5–6.5 μm , tetraspóricos, estrechamente clavados; basidiosporas en esterigmas de unión heterospórica. *Queilocistidios:* 22–57(–74) x 4.0–20 μm ; numerosos, prominentes, elipsoides, ovoides, ampliamente-cilíndricos, clavados, utriformes, oblongos; con pigmento intracelular de color café claro. *Pleurocistidios:* 45–80 x 5.0–7.0 μm ; escasos, mayormente cilíndricos, con ápice sub-capitado o utriformes, más cortos; frecuentemente colapsados; con pigmentación café-purpúreo. *Basidiolas:* globosas, sub-globosas, elipsoides, oblongas, o clavadas; de superficie lisa y pared delgada; con pigmentación intracelular color café-purpúreo. *Himenio:* sub-regular, con fibulas.

Comentario: las esporas resultan elipsoides a ampliamente elipsoides al igual que las europeas, aunque sus dimensiones son menores, con un valor $Q_{av} = 1.23$ (Moser, 1983; Bas *et al.*, 1999; Phillips, 2006; Holec & Kolarik, 2012). Las esporas de *T. rutilans* en Guatemala son más cortas,

ligeramente más anchas y nunca alcanzan una morfología en forma-de-gota como se describe para algunas de Norteamérica (Smith, 1960; Bessette *et al.*, 2007). Los queilocistidios son de menor longitud que los reportados para Europa (40–120 μm) y con mayor variedad morfológica (Bas *et al.*, 1999); son similares en longitud a los norteamericanos, pero pueden ser más estrechos e igual de variados morfológicamente (Smith, 1960). Los pleurocistidios son más largos y estrechos que los de Norteamérica, relativamente escasos, elongados y cilíndricos (Bas *et al.*, 1999; Holec & Kolarik, 2012; Kuo, 2013; Smith, 1960).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las especies de *Tricholomopsis* en Guatemala difieren respecto a las descritas para Norteamérica y Europa particularmente en cuanto a caracteres microscópicos, siendo destacables las menores dimensiones de las esporas y variaciones morfológicas en basidios y/o cistidios. Dado el reducido número de especímenes disponibles a la fecha, no es posible realizar inferencias sobre características macroscópicas, aun cuando se observaron ligeras variaciones. Ambas especies –aunque más apreciable en *T. rutilans*– presentan cistidios con mayor variedad de formas que sus homólogos de otras latitudes, lo que podría ser un carácter de diferenciación y posible clasificación. Al respecto, Smith (1960) y otros autores denotan la escasez actual en el conocimiento sobre el género y sugieren un mayor enfoque en su clasificación, tanto por vía taxonómica como filogenética. Por otro lado, Olariaga, Laskibar & Holec (2015), consideran que *T. rutilans* podría comprender un grupo mayor de especies, cuestión que aún debe ser evaluada, y hacen énfasis en una divergencia entre las especies del

continente europeo y americano; Por nuestra parte, consideramos que las variaciones morfológicas observadas en el presente estudio aportan conocimiento para una futura revisión de la clasificación actual en nuestra región. Concluimos que son necesarios más estudios que permitan dilucidar si las variaciones observadas en los ejemplares de *Tricholomopsis* en Guatemala merecen reconocimiento taxonómico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ammirati, J.F., J.A. Traquair, & P.A. Horgen. (1985). Minnesota, United States of America:

University of Minnesota Press.

Bas, C., T.H. Kuyper, M.E. Noordeloos, & E.C. Vellinga (eds). (1988). *Flora Agaricina Neerlandica:*

Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands, Vol. 1. Rotterdam,

Netherlands: A. A. Balkema.

Bas, C., T.H. Kuyper, M.E. Noordeloos, & E.C. Vellinga (eds). (1999). *Flora Agaricina Neerlandica:*

Critical monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands, Vol. 4. Rotterdam,

Netherlands: A. A. Balkema.

Bessette, A., W.C. Roody, A.R. Bessette, & D.L. Dunaway. (2007). *Mushrooms of the Southeastern*

United States. New York, USA: Syracuse University Press.

Bioscience, C.A.B.I. (2008–2017). *Index Fungorum*. Database. Wallingford, UK: CABI Bioscience, CAB International. Available at <http://indexfungorum.org/Names/Names.asp> [Recuperado en mayo 15 de 2017]

Cooper, J., & P. Duckchul. (2016). The fungal genus *Tricholomopsis* (Agaricales) in New Zealand, including *Tricholomopsis scabra* sp. nov. *Phytotaxa*, 288(1): 069-076.

Flores, R., M.C. Bran, E. Rodríguez, O. Morales, O. Berdúo, & L. Montes. (2002). Hongos micorrícicos de bosques de pino y pinabete. En: Flores, A., O. Comandini, & A.C. Rinaldi. (2012). A preliminary checklist of macrofungi of Guatemala, with notes on edibility and traditional knowledge. *Mycosphere*, 3(1): 1-21.

GBIF. (2017). *Tricholomopsis* Singer. Copenhagen, Denmark: Global Biodiversity Information Facility –GBIF Backbone Taxonomy, Checklist Dataset. Available at <http://www.gbif.org/species/2531807> [Recuperado en mayo 14 de 2017]

Holec, J., & M. Kolarik. (2012). *Tricholomopsis* in Europe – phylogeny, key, and notes on variability. *Mycotaxon*, 121: 81-92.

Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter, & J.A. Stalpers (eds). (2008). *Dictionary of the Fungi*. 10th Ed. Wallingford, United Kingdom: CAB International.

Kuo, M. (2013). *Tricholomopsis decora*. Recuperado de *MushroomExpert.com*. Sitio: http://www.mushroomexpert.com/tricholomopsis_decora.html

Kuo, M. (2013). *Tricholomopsis rutilans*. Recuperado de *MushroomExpert.com*. Sitio: http://www.mushroomexpert.com/tricholomopsis_rutilans.html

- Küppers, H. (1987). *Der Große Küppers-Farbenatlas: Systematische Farbtabelle für den Sieben-Farben-Druck*. Germany: Verlag Georg D. W. Callwey GmbH & Co.
- Leica Microsystems. (2016). Leica Application Suite –LASS– v4.9.0 [Computer Software]. Heerbrugg, Switzerland: Leica Microsystems Ltd. Available at: www.leica-microsystems.com
- Liberra, K., Lindequist, U., König, G., Khan, I., Teuscher, E., & Sticher, O. (1991). Investigations of the immunosuppressive effects of *Tricholomopsis rutilans*. Berlin, Germany. *Planta Medica Journal (Planta Med)* 57: A1. DOI: 10.1055s-2006-960236
- McNeill, J., F.R. Barrie, W.R. Buck, V. Demoulin, W. Greuter, D.L. Hawksworth *et al.* (eds). (2012). *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants (Melbourne Code), adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011*. Regnum Vegetabile, 154. Oberreifenberg, Germany: Koeltz Botanical Books. 240 p.
- Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti*. 4th Ed. London, England: Roger Phillips.
- Olariaga, I., X. Laskibar, & J. Holec. (2015). Molecular data reveal cryptic speciation within *Tricholomopsis rutilans*: description of *T. pteridicola* sp. nov. associated with *Pteridium aquilinum*. *Mycol. Progress*. 14: 21. DOI: 10.1007/s11557-015-1040-4
- Phillips, R. (2006). *Mushrooms: A comprehensive guide with over 1,250 detailed photographs of mushrooms and other fungi*. London, United Kingdom: MacMillan.
- Singer, R. (1939). Phylogenie und taxonomie der Agaricales. *Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde*, 17: 52-57.
- Singer, R. (1986). *The Agarigales in modern taxonomy*. 4th Ed. Kenigstein, Federal Republic of Germany: Koeltz Scientific Books.

- Sudarson, J., Ramalingam, S., Kishorekumar, P., & Venkatesan, K. (2014). Expeditious quantification of lignocellulolytic enzymes from indigenous wood rot and litter degrading fungi from tropical dry evergreen forests of Tamil Nadu. Hindawi Publishing: Biotechnology Research International, 2014: ID 127848. DOI: 10.1155/2014/127848
- Sun, L., Liu, Q., Bao, C., & Fan, J. (2017). Comparison of free total amino acid compositions and their functional classifications in 13 wild edible mushrooms. *Molecules* 22(3), 350. DOI: 10.3390/molecules22030350
- Sommerkamp, Y., & G. Guzmán. (1990). Hongos de Guatemala, II: Especies depositadas en el herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Mexicana de Micología*, 6: 179-197.
- Smith, H. (1960). *Tricholomopsis* (Agaricales) in the western hemisphere. *Brittonia*, 12: 41-70.

ANEXOS

ANEXO 1 - ESPECÍMENES EXAMINADOS PARA EL ESTUDIO

Cuadro 1. Material examinado. Se examinaron 12 especímenes de *Tricholomopsis* depositados en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta -MICG. Algunos ejemplares fueron descartados para el presente estudio debido a la ausencia de datos o al deterioro.

Especie	Registro Herbario	Sustrato/hábitat	Localidad	Fecha Colecta
<i>T. decora</i>	MICG-4302	<i>P. rudis</i>	Nentón, Huehuetenango	08 ago. 2003
<i>T. decora</i>	MICG-4308	<i>A. guatemalensis</i>	Tecpán, Chimaltenango	10 ene. 2002
<i>T. decora</i>	MICG-4330	<i>P. rudis</i> , <i>P. ayacahuite</i>	San Mateo Ixtatán, Huehuetenango	10 abr. 2001
<i>T. decora</i>	MICG-4352	~	Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango	23 nov 2004
<i>T. decora</i>	MICG-4594	bosque pino-encino	Tecpán, Chimaltenango	10 mar. 2014
<i>T. rutilans</i>	MICG-4629	bosque pino-encino	Tecpán, Chimaltenango	10 mar. 2014
<i>T. rutilans</i>	MICG-4883	~	Totonicapán	17 jun. 2015
<i>T. rutilans</i>	MICG-879	~	Purulhá, Baja Verapaz	09 jun. 1981
<i>T. rutilans</i>	MICG-2938	~	Jalapa	09 ene. 2012
<i>T. rutilans</i>	MICG-2963	~	Jalapa	09 ene. 2012
<i>T. rutilans</i>	MICG-4298	<i>Pinus</i> sp.	Tecpán, Chimaltenango	08 sep. 1999
<i>T. rutilans</i>	MICG-4642	bosque pino-encino	Purulhá, Baja Verapaz	06 feb. 2014

ANEXO 2 - IMÁGENES DE MICROSCOPIA DE *T. DECORA* Y *T. RUTILANS*

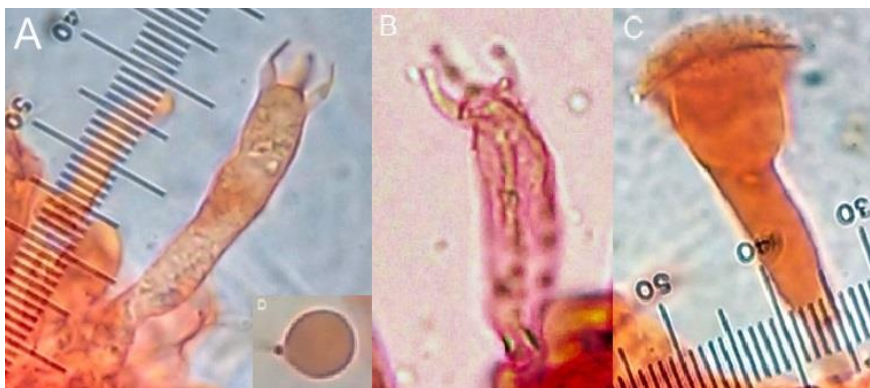


Figura 1. Detalle microscópico de *T. decora*. A y B) Basidios tetraespóricos; C) Queilocistidio colapsado; D) Espora típica de la especie. Aumento 100x. Tinción con Rojo Congo + KOH.

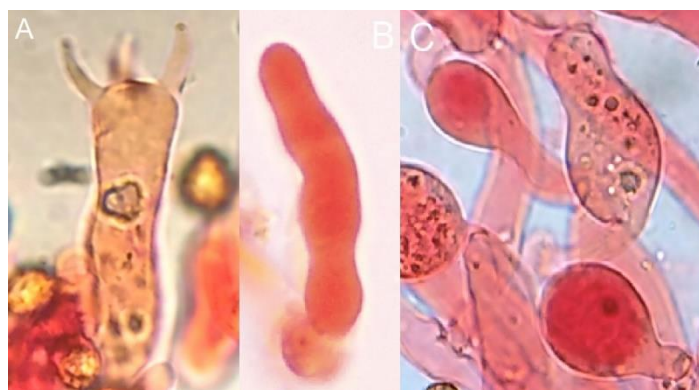


Figura 2. Detalle microscópico de *T. rutilans*. A) Basidio tetraespórico; B y C) Distintas formas de queilocistidios. Aumento 100x. Tinción con Rojo Congo + KOH.

1 Descripción taxonómica del género *Tricholomopsis* (Agaricales: 2 *Tricholomataceae*) en Guatemala

3
4 **Abdalla Herrera F^{1 2}, Flores Arzú R¹**

5 ¹Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos (UBIOTAH), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,
6 Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 01012. (abdallafai@gmail.com;
7 floresarzu.roberto@gmail.com)

8 ²Programa de Experiencia Docente con la Comunidad –EDC– para Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia,
9 Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 01012.

10 11 12 RESUMEN

13 Se describen taxonómicamente ejemplares del género *Tricholomopsis* (Singer, 1939) recolectados en la
14 república de Guatemala, los cuales fueron identificados como *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Singer y
15 *Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer, como únicas especies de este género en el país. Los ejemplares se
16 recolectaron en bosques de pino y pino-encino, en tocones o directamente en el suelo. Se examinaron sus
17 características macro- y microscópicas para luego compararlas con las características descritas en
18 especímenes en Norteamérica y Europa. Los caracteres macroscópicos de los especímenes guatemaltecos son
19 en mayoría congruentes con los descritos para las especies en otras latitudes; sin embargo, algunos caracteres
20 microscópicos presentan variación: los ejemplares guatemaltecos de *T. decora* poseen esporas más simétricas y
21 pequeñas, con queilocistidios de muy variada morfología. *T. rutilans* presenta esporas más semejantes a las
22 descripciones europeas y norteamericanas, pero con variaciones morfológicas en queilocistidios y
23 pleurocistidios. Se requieren más estudios taxonómicos y moleculares para esclarecer la naturaleza de las
24 variaciones observadas.

25
26 **Palabras clave:** Neotrópico, Tricholomataceae, saprófito, lignícola, hongo neotropical, bosque mixto.

1 ABSTRACT

2 We make a taxonomical description of the genus *Tricholomopsis* (Singer, 1939) collected within the territory
3 of Guatemala, where these have been identified as the species *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Singer
4 and *T. decora* (Fr.) Singer, being these the only species reported for the country. Samples were collected
5 before the study in pine and pine-oak forests, being found in stumps or directly on the ground. We
6 examined their macroscopic and microscopic features to later compare them with the characteristics
7 exhibited by the species in North America and Europe. Macroscopic features in both species mostly
8 resemble those observed in the foreign species; however, microscopical features revealed some variations in
9 key characters that must be considered in later taxonomic studies. Regarding to, the Guatemalan specimens
10 of *T. decora* have more symmetrical and smaller spores, and cheilocystidia are more varied morphology. On
11 the other side, *T. rutilans* has spores that differ slightly from those in North America and Europe, as well as
12 morphological variation in cheilocystidia and pleurocystidia. More taxonomical and molecular studies are
13 required to clarify the nature of these variations.

14

15 **Keywords:** Neotropic, Tricholomataceae, saprophytic fungi, lignicolous fungi, neotropical mushroom,
16 mixed forest.

17

18

19

20

21

22

23

24

1 INTRODUCCIÓN

2 El género *Tricholomopsis* Singer (1939: 56) comprende un grupo de hongos saprófitos de la Familia
3 Tricholomataceae (Basidiomycota: Agaricales) con distribución cosmopolita (Index Fungorum, 2017; GBIF,
4 2017). Singer (1939) propuso el género *Tricholomopsis* en base a sus láminas amarillentas, píleo seco y fibroso
5 o finamente escamoso, de tonalidad roja a amarilla, y usualmente asociado a troncos de árboles caídos. Las
6 láminas presentan prominentes queilocistidios, un eje laminar estéril, y esporas de superficie lisa no-amiloides
7 (Cooper & Duckchul, 2016).

8
9 Ecológicamente, su característica más notable es la alta producción de enzimas lignocelulolíticas –peroxidasa
10 y lacasa–, contribuyendo ampliamente a la degradación de los restos vegetales en los ecosistemas donde se
11 desarrollan. Esta característica es de amplia utilidad en la industria actual del reciclaje (Sudarson *et al.*, 2014).
12 Algunas especies como *T. lividipileata* (en China) son consumidas y valoradas por su alto contenido en
13 compuestos antioxidantes y proteínas (Sun *et al.*, 2017). También son destacables las propiedades
14 inmunosupresoras de *T. rutilans*, comparables al medicamento Dexametasona (Liberra *et al.*, 1991). La
15 adecuada identificación del género *Tricholomopsis* abre la puerta a su estudio y posible aplicación para la ciencia
16 en el país.

17 Actualmente se reconocen de 30 a 43 especies a nivel global (Kirk *et al.*, 2008; Cooper & Duckchul, 2016;
18 Index Fungorum–Bioscience, 2008–2017; GBIF, 2017), por lo que se considera un género de distribución
19 cosmopolita y con particular abundancia en el hemisferio Norte. En América son escasos los registros hacia
20 el Sur del continente y pocos los registros en América Central (Holec & Kolarik, 2012; GBIF, 2017).

21 Para Guatemala únicamente han sido reportadas las especies *T. decora* (Fr.) Singer y *T. rutilans* (Schaeff.
22 ex Fr.) Singer (Sommerkamp & Guzmán, 1990; Flores *et al.*, 2002; Flores, Comandini & Rinaldi, 2012), las
23 cuales se recolectaron sobre restos de madera en bosques de coníferas. La experiencia actual sobre la micología
24 en el país sugiere que la diversidad del género podría extenderse más allá de la aceptada actualmente y, como

1 sugieren algunos autores, la diversidad actual del grupo requiere de un mayor estudio taxonómico que permita
2 no solamente identificar las características de las especies presentes, sino también describir sus particularidades
3 a nivel taxonómico (Bas, Kuyper, Noordeloos & Vellinga, 1999; Olariaga, Laskibar & Holec, 2015).

4
5 Con el objetivo de confirmar la identidad taxonómica de los ejemplares del género *Tricholomopsis* recolectados
6 en Guatemala, se presenta un análisis macroscópico y microscópico de los mismos, el cual es comparado con
7 las descripciones originales y de otras regiones en Norteamérica y Europa. Se presentan además hallazgos de
8 diferencias a nivel microscópico, que amplían rangos de medidas en cada especie y que podrán ser de utilidad
9 en futuros estudios filogenéticos, de distribución de especies de Norte a Sur en América y de riqueza fúngica
10 en el istmo centroamericano.

11

12

13 MATERIALES Y MÉTODOS

14 Los ejemplares de *Tricholomopsis* fueron colectados en bosques de pino o pino-encino –a excepción de uno
15 colectado en un bosque montano sub-tropical–, a una altitud entre 1550–3550 msnm.; las coordenadas se
16 obtuvieron utilizando un dispositivo receptor de GPS o fueron registradas en fecha posterior por el colector.
17 Las designaciones de herbario se realizaron en base a lo establecido por el *International Code of Nomenclature*
18 *for algae, fungi and plants* (Melbourne Code, 2012). La información referente a las colectas se presenta en el
19 Cuadro 1 (Anexo 1).

20

21 Tras ser recolectados, los cuerpos fructíferos fueron examinados y descritos macroscópicamente en campo
22 por el colector. Las mediciones de los esporocarpos se realizaron con los ejemplares en fresco, así como la
23 determinación de su coloración, la cual es descrita subjetivamente en términos generales y/o con
24 designación alfanumérica de color según Küppers (1987). La identificación se basó en las claves micológicas

1 para Norteamérica y Europa de Smith (1960); Moser (1983); Ammirati, Traquair & Horgen (1985); Singer
2 (1986); Bas, Kuyper, Noordeloos, & Vellinga (1999). Los esporocarpos fueron deshidratados, preservados y
3 registrados de acuerdo a los requisitos de la Micoteca Rubén Mayorga Peralta (USAC, Guatemala).
4
5 Para la microscopía se realizaron montajes en fresco con KOH 3% y Rojo Congo para rehidratar las
6 muestras y teñir el tejido. Los cortes examinados fueron extraídos del himenio, píleo y estípite de los
7 especímenes. Se utilizó reactivo de Melzer para determinar reacción amiloide de las esporas. Los montajes
8 se examinaron con un microscopio Leica DM750, y las mediciones se realizaron mediante el programa *Leica*
9 *Application Suite -LAS-* v4.9.0 (Leica Microsystems, 2016) en el Laboratorio de Micología de la Escuela de
10 Química Biológica, de la USAC. Un mínimo de 25 basidiosporas por cada espécimen fueron medidas para
11 calcular el valor Q (largo/ancho). Se utilizó el mismo valor (n = 25) para determinar las dimensiones de las
12 demás estructuras: basidios, queilocistidios, pleurocistidios, etc., anotando detalles correspondientes a cada
13 estructura. La descripción de las estructuras se basó principalmente en Bas, Kuyper, Noordeloos, & Vellinga
14 (1988). Los valores numéricos para las estructuras descritas corresponden al valor promedio del total de
15 muestras analizadas para cada especie.

16
17
18
19
20
21
22
23
24
25

1 RESULTADOS

2

3 Descripción taxonómica de las especies de *Tricholomopsis* en Guatemala

4

5 *Tricholomopsis decora* (Fr.) Singer, *Schweiz. Z. Pilzk.* 17: 56 (1939)

6 [Syn. *Agaricus decorus* Fr., *Syst. Mycol. (Lundae)* 1: 108 (1821)]

7 Figura 1 A-D (Anexo 2)

8

9 *Pileo*: 40-106mm de diámetro; convexo a plano-convexo, con centro umbonado; margen recto,
10 finamente estriado, borde entero; superficie finamente escamosa a fibrilosa, más densa hacia el centro;
11 cutícula desprendible; región central café, café-rojizo, café-oliváceo en ejemplares maduros; contexto 8-
12 10mm en grosor, color amarillo intenso a naranja; higrófono, de textura cerosa; aroma fúngico. *Himenio*:
13 láminas adnadas, anchas, estrechas; de eje laminar estéril; borde liso, finamente denticulado hacia el estípite;
14 lamélulas sub-truncadas a atenuadas, frágiles, de color amarillo intenso. *Estípite*: 25-60mm en longitud, 5-
15 10mm de diámetro al ápice, 6-11mm a la base; céntrico a excéntrico, cilíndrico, de color amarillo-naranja,
16 más pálido hacia el ápice; superficie finamente fibrilosa-escamosa, tomentosa en el ápice, con escamillas
17 color café hacia la base. *Contexto*: lleno a ligeramente hueco; fibriloso; de paredes anchas; color amarillo
18 claro a amarillo intenso en ejemplares maduros. *Olor y sabor*: aroma fúngico; sabor amargo, picante.
19 *Reacciones Químicas*: NaOH/KOH = margen, pileo y láminas se tiñen de color café-oscuro; Melzer = negativo.

20

21 *Hábito*: lignícola, gregario, sobre restos de madera o tocones. *Localidades*: bosques de *Pinus* (*P. rudis*,
22 *P. ayacahuite*), *Abies* (*A. guatemalensis*). *Altitud*: 2350-3560 msnm. (Especímenes MICG: 4302, 4308, 4330,
23 4352 y 4594).

24

1 *Esporas*: 6.0–7.5(–8.0) x 5.0–6.0(–7.5) μm ; $Q = 1.09\text{--}1.36$, $Q_{av} = 1.18$; sub-globosas a ampliamente
2 elipsoides en vista lateral; lisas, sin-ornamentaciones o hendiduras; con apéndice hilar pronunciado, de
3 pared delgada, hialinas e inamiloides. *Basidios*: 27–36 x 5.0–6.5(–7.0) μm ; tetraesporicos; clavados a
4 estrechamente clavados. *Queilocistidios*: (33–)42–52(–62) x 6.5–9.0(–10) μm ; abundantes, estrechamente
5 utriformes a oblongos; ápice obtuso, sub-capitado o capitado; paredes ligeramente anchas; a menudo
6 colapsados; mayores a los basidios, y más claros en pigmentación. *Pleurocistidios*: escasos; oblongos a
7 cilíndricos, con ápice sub-capitado o capitado; generalmente colapsados. *Himenio*: sub-regular, ligeramente
8 entretrejido, con fíbulas.

9
10 *Comentario*: las esporas de *T. decora* de Guatemala muestran un valor $Q=1.18$, que resulta muy
11 inferior al reportado para la especie en Europa ($Q = 1.40\text{--}1.54$) (Moser, 1983; Bas *et al.*, 1999; Phillips,
12 2006; Holec & Kolarík, 2012), así como al de Norteamérica ($Q = 1.33\text{--}1.50$) (Smith, 1960; Bessette *et al.*,
13 2007). En el análisis comparativo se encontró que *T. decora* en Europa posee esporas más largas, de hasta
14 6.5–9.0(–10) en longitud y 4.5–6.5(–7.0) μm en ancho (Holec & Kolarík, 2012). En Norteamérica, las
15 dimensiones de las esporas son 6–7.5 x 4.5–5 μm (Smith, 1960). Los queilocistidios presentan la mayor
16 variación morfológica (utriformes a oblongos) respecto a otras latitudes (clavados a lageniformes) y resultan
17 más estrechos (42–52 x 6.5–9.0 μm) respecto a lo que señalan Kuo (2013) para Norteamérica, así como
18 Smith (1960); Bas *et al.* (1999); Phillips (2006) y Holec & Kolarík (2012) para Europa.

19
20
21
22
23
24

1 *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff. ex Fr.) Singer, Schweiz. Z. Pilzk. 17: 56 (1939)

2 [Syn. *Agaricus rutilans* Schaeff. ex Fr.]

3 Figura 2 A-C (Anexo 2)

4

5 *Pileo*: 20–120mm de diámetro; convexo a plano-convexo, con centro deprimido; margen incurvado,

6 irregular; superficie tomentosa-escumulosa, cubierta densamente por fibrillas y escamas color rojo, rojo-

7 púrpura o café-rojizo; fondo amarillo claro, más apreciable en ejemplares maduros. *Himenio*: láminas

8 adheridas a sub-adheridas, apretadas, de borde crenulado; color amarillo claro a ligeramente anaranjadas.

9 *Estípote*: 25–90mm en longitud, hasta 20mm de diámetro, de base levemente ensanchada; superficie

10 aterciopelada; fondo amarillo claro, cubierto por fibrillas dispersas café-rojizo, ausentes hacia el ápice y

11 descubriéndose el fondo amarillo. *Contexto*: denso a ligeramente hueco; amarillo a amarillo pálido.

12 Inodoro; sabor suave a rábano, no-agradable. *Reacciones Químicas*: KOH/NaOH = pileo y contexto se tiñen

13 de rojo; Melzer = negativo.

14

15 *Hábito*: terrícola o lignícola, sobre madera en descomposición, gregario. *Localidades*: bosques de

16 coníferas (*Pinus*, *Pinus-Quercus*, *A. guatemalensis*) y bosque lluvioso montano sub-tropical. *Altitud*: 1554–2254

17 msnm. (Especímenes MICG: 879, 2938, 2963, 4298, 4629, 4642 y 4883).

18

19 *Esporas*: 5.5–6.5(–7.0) x 4.0–5.0(–5.5) μm ; Q = 1.1–1.33; Q_{av} = 1.23; elipsoides a ampliamente-

20 elipsoides; generalmente lisas; sin-hendiduras; con apéndice hilar; de pared delgada; hialinas; inamiloides.

21 *Basidios*: 28–39 x 4.5–6.5 μm , tetraspóricos, estrechamente clavados; basidiosporas en esterigmas de unión

22 heterospórica. *Queilocistidios*: 22–57(–74) x 4.0–20 μm ; numerosos, prominentes, elipsoides, ovoides,

23 ampliamente-cilíndricos, clavados, utriformes, oblongos; con pigmento intracelular de color café claro.

24 *Pleurocistidios*: 45–80 x 5.0–7.0 μm ; escasos, mayormente cilíndricos, con ápice sub-capitado o utriformes,

1 más cortos; frecuentemente colapsados; con pigmentación café-purpúreo. *Basidiolas*: globosas, sub-globosas,
2 elipsoides, oblongas, o clavadas; de superficie lisa y pared delgada; con pigmentación intracelular color café-
3 purpúreo. *Himenio*: sub-regular, con fibulas.

4
5 *Comentario*: las esporas resultan elipsoides a ampliamente elipsoides al igual que las europeas,
6 aunque sus dimensiones son menores, con un valor $Q_{av} = 1.23$ (Moser, 1983; Bas *et al.*, 1999; Phillips,
7 2006; Holec & Kolarík, 2012). Las esporas de *T. rutilans* en Guatemala son más cortas, ligeramente más
8 anchas y nunca alcanzan una morfología en forma-de-gota como se describe para algunas de Norteamérica
9 (Smith, 1960; Bessette *et al.*, 2007). Los queilocistidios son de menor longitud que los reportados para
10 Europa (40–120 μm) y con mayor variedad morfológica (Bas *et al.*, 1999); son similares en longitud a los
11 norteamericanos, pero pueden ser más estrechos e igual de variados morfológicamente (Smith, 1960). Los
12 pleurocistidios son más largos y estrechos que los de Norteamérica, relativamente escasos, elongados y
13 cilíndricos (Bas *et al.*, 1999; Holec & Kolarík, 2012; Kuo, 2013; Smith, 1960).

14
15

16 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

17 Las especies de *Tricholomopsis* en Guatemala difieren respecto a las descritas para Norteamérica y
18 Europa particularmente en cuanto a caracteres microscópicos, siendo destacables las menores dimensiones
19 de las esporas y variaciones morfológicas en basidios y/o cistidios. Dado el reducido número de
20 especímenes disponibles a la fecha, no es posible realizar inferencias sobre características macroscópicas, aun
21 cuando se observaron ligeras variaciones. Ambas especies –aunque más apreciable en *T. rutilans*– presentan
22 cistidios con mayor variedad de formas que sus homólogos de otras latitudes, lo que podría ser un carácter
23 de diferenciación y posible clasificación. Al respecto, Smith (1960) y otros autores denotan la escasez actual
24 en el conocimiento sobre el género y sugieren un mayor enfoque en su clasificación, tanto por vía

1 taxonómica como filogenética. Por otro lado, Olariaga, Laskibar & Holec (2015), consideran que *T. rutilans*
2 podría comprender un grupo mayor de especies, cuestión que aún debe ser evaluada, y hacen énfasis en una
3 divergencia entre las especies del continente europeo y americano; Por nuestra parte, consideramos que las
4 variaciones morfológicas observadas en el presente estudio aportan conocimiento para una futura revisión
5 de la clasificación actual en nuestra región. Concluimos que son necesarios más estudios que permitan
6 dilucidar si las variaciones observadas en los ejemplares de *Tricholomopsis* en Guatemala merecen
7 reconocimiento taxonómico.

8
9

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11

12 Ammirati, J.F., J.A. Traquair, & P.A. Horgen. (1985). Minnesota, United States of America: University of
13 Minnesota Press.

14 Bas, C., T.H. Kuyper, M.E. Noordeloos, & E.C. Vellinga (eds). (1988). *Flora Agaricina Neerlandica: Critical*
15 *monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands, Vol. 1.* Rotterdam, Netherlands:
16 A. A. Balkema.

17 Bas, C., T.H. Kuyper, M.E. Noordeloos, & E.C. Vellinga (eds). (1999). *Flora Agaricina Neerlandica: Critical*
18 *monographs on families of agarics and boleti occurring in the Netherlands, Vol. 4.* Rotterdam, Netherlands:
19 A. A. Balkema.

20 Bessette, A., W.C. Roody, A.R. Bessette, & D.L. Dunaway. (2007). *Mushrooms of the Southeastern United*
21 *States.* New York, USA: Syracuse University Press.

22 Bioscience, C.A.B.I. (2008–2017). *Index Fungorum.* Database. Wallingford, UK: CABI Bioscience, CAB
23 International. Available at <http://indexfungorum.org/Names/Names.asp> [Recuperado en mayo 15
24 de 2017]

- 1 Cooper, J., & P. Duckchul. (2016). The fungal genus *Tricholomopsis* (Agaricales) in New Zealand, including
2 *Tricholomopsis scabra* sp. nov. *Phytotaxa*, 288(1): 069-076.
- 3 Flores, R., M.C. Bran, E. Rodríguez, O. Morales, O. Berdúo, & L. Montes. (2002). Hongos micorrícicos de
4 bosques de pino y pinabete. En: Flores, A., O. Comandini, & A.C. Rinaldi. (2012). A preliminary
5 checklist of macrofungi of Guatemala, with notes on edibility and traditional knowledge. *Mycosphere*,
6 3(1): 1-21.
- 7 GBIF. (2017). *Tricholomopsis* Singer. Copenhagen, Denmark: Global Biodiversity Information Facility -
8 GBIF Backbone Taxonomy, Checklist Dataset. Available at
9 [http://http://www.gbif.org/species/2531807](http://www.gbif.org/species/2531807) [Recuperado en mayo 14 de 2017]
- 10 Holec, J., & M. Kolarik. (2012). *Tricholomopsis* in Europe - phylogeny, key, and notes on variability.
11 *Mycotaxon*, 121: 81-92.
- 12 Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter, & J.A. Stalpers (eds). (2008). *Dictionary of the Fungi*. 10th Ed.
13 Wallingford, United Kingdom: CAB International.
- 14 Kuo, M. (2013). *Tricholomopsis decora*. Recuperado de *MushroomExpert.com*. Sitio:
15 http://www.mushroomexpert.com/tricholomopsis_decora.html
- 16 Kuo, M. (2013). *Tricholomopsis rutilans*. Recuperado de *MushroomExpert.com*. Sitio:
17 http://www.mushroomexpert.com/tricholomopsis_rutilans.html
- 18 Küppers, H. (1987). *Der Große Küppers-Farbenatlas: Systematische Farbtabelle für den Sieben-Farben-Druck*.
19 Germany: Verlag Georg D. W. Callwey GmbH & Co.
- 20 Leica Microsystems. (2016). Leica Application Suite -LASS- v4.9.0 [Computer Software]. Heerbrugg,
21 Switzerland: Leica Microsystems Ltd. Available at: www.leica-microsystems.com
- 22 Liberra, K., Lindequist, U., König, G., Khan, I., Teuscher, E., & Sticher, O. (1991). Investigations of the
23 immunosuppressive effects of *Tricholomopsis rutilans*. Berlin, Germany. *Planta Medica Journal*
24 (*Planta Med*) 57: A1. DOI: 10.1055s-2006-960236

- 1 McNeill, J., F.R. Barrie, W.R. Buck, V. Demoulin, W. Greuter, D.L. Hawksworth *et al.* (eds). (2012).
2 *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plants (Melbourne Code), adopted by the Eighteenth*
3 *International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011.* Regnum Vegetabile, 154.
4 Oberreifenberg, Germany: Koeltz Botanical Books. 240 p.
- 5 Moser, M. (1983). *Keys to Agarics and Boleti.* 4th Ed. London, England: Roger Phillips.
- 6 Olariaga, I., X. Laskibar, & J. Holec. (2015). Molecular data reveal cryptic speciation within *Tricholomopsis*
7 *rutilans*: description of *T. pteridicola* sp. nov. associated with *Pteridium aquilinum*. *Mycol. Progress.* 14:
8 21. DOI: 10.1007/s11557-015-1040-4
- 9 Phillips, R. (2006). *Mushrooms: A comprehensive guide with over 1,250 detailed photographs of mushrooms and*
10 *other fungi.* London, United Kingdom: MacMillan.
- 11 Singer, R. (1939). Phylogenie und taxonomie der Agaricales. *Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde*, 17: 52-
12 57.
- 13 Singer, R. (1986). *The Agarigales in modern taxonomy.* 4th Ed. Kenigstein, Federal Republic of Germany:
14 Koeltz Scientific Books.
- 15 Sudarson, J., Ramalingam, S., Kishorekumar, P., & Venkatesan, K. (2014). Expeditious quantification of
16 lignocellulolytic enzymes from indigenous wood rot and litter degrading fungi from tropical dry
17 evergreen forests of Tamil Nadu. Hindawi Publishing: Biotechnology Research International, 2014:
18 ID 127848. DOI: 10.1155/2014/127848
- 19 Sun, L., Liu, Q., Bao, C., & Fan, J. (2017). Comparison of free total amino acid compositions and their
20 functional classifications in 13 wild edible mushrooms. *Molecules* 22(3), 350. DOI:
21 10.3390/molecules22030350
- 22 Sommerkamp, Y., & G. Guzmán. (1990). Hongos de Guatemala, II: Especies depositadas en el herbario de
23 la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Revista Mexicana de Micología*, 6: 179-197.
- 24 Smith, H. (1960). *Tricholomopsis* (Agaricales) in the western hemisphere. *Brittonia*, 12: 41-70.

ANEXOS

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

ANEXO 1 - ESPECÍMENES EXAMINADOS PARA EL ESTUDIO

Cuadro 1. Material examinado. Se examinaron 12 especímenes de *Tricholomopsis* depositados en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta -MICG. Algunos ejemplares fueron descartados para el presente estudio debido a la ausencia de datos o al deterioro.

Especie	Registro Herbario	Sustrato/hábitat	Localidad	Fecha Colecta
<i>T. decora</i>	MICG-4302	<i>P. rudis</i>	Nentón, Huehuetenango	08 ago. 2003
<i>T. decora</i>	MICG-4308	<i>A. guatemalensis</i>	Tecpán, Chimaltenango	10 ene. 2002
<i>T. decora</i>	MICG-4330	<i>P. rudis</i> , <i>P. ayacahuite</i>	San Mateo Ixtatán, Huehuetenango	10 abr. 2001
<i>T. decora</i>	MICG-4352	~	Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango	23 nov 2004
<i>T. decora</i>	MICG-4594	bosque pino-encino	Tecpán, Chimaltenango	10 mar. 2014
<i>T. rutilans</i>	MICG-4629	bosque pino-encino	Tecpán, Chimaltenango	10 mar. 2014
<i>T. rutilans</i>	MICG-4883	~	Totonicapán	17 jun. 2015
<i>T. rutilans</i>	MICG-879	~	Purullhá, Baja Verapaz	09 jun. 1981
<i>T. rutilans</i>	MICG-2938	~	Jalapa	09 ene. 2012
<i>T. rutilans</i>	MICG-2963	~	Jalapa	09 ene. 2012
<i>T. rutilans</i>	MICG-4298	<i>Pinus</i> sp.	Tecpán, Chimaltenango	08 sep. 1999
<i>T. rutilans</i>	MICG-4642	bosque pino-encino	Purullhá, Baja Verapaz	06 feb. 2014

1 ANEXO 2 - IMÁGENES DE MICROSCOPIA DE *T. DECORA* Y *T. RUTILANS*

2

3

4

5

6

7

8

9



Figura 1. Detalle microscópico de *T. decora*. A y B) Basidios tetraesporicos; C) Queilocistidio colapsado; D) Espora típica de la especie. Aumento 100x. Tinción con Rojo Congo + KOH.

10

11

12

13

14

15

16

17

18

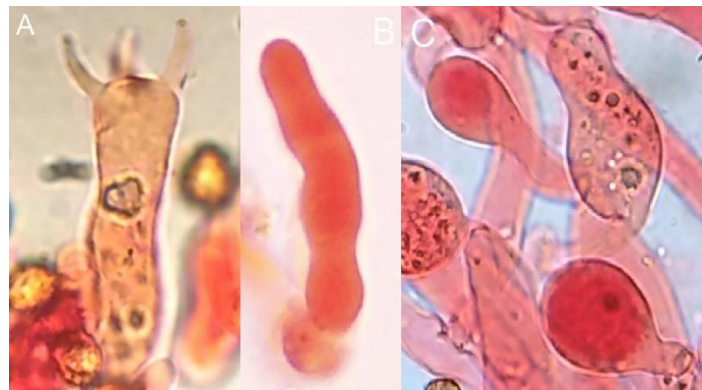


Figura 2. Detalle microscópico de *T. rutilans*. A) Basidio tetraesporico; B y C) Distintas formas de queilocistidios. Aumento 100x. Tinción con Rojo Congo + KOH.