

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Programa Experiencias Docentes con la Comunidad
Subprograma EDC-Biología

**INFORME FINAL INTEGRADO DE EDC
CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS – CIB –
UNIDAD DE BIODEVERSIDAD, TECNOLOGÍA Y APROVECHAMIENTO DE
HONGOS – UBIOTAH –
PERÍODO DE REALIZACIÓN
ENERO 2018 – ENERO 2019**

César Camilo Carías Alvarado 201500490
PROFESOR SUPERVISOR: Lic. Billy Alquijay Cruz

ASESOR INSTITUCIONAL DOCENCIA Y SERVICIO: Dr. Gabriel Silva
Vo.Bo. ASESOR INTITUCIONAL

Dr. Gabriel Silva

ASESOR INSTITUCIONAL INVESTIGACIÓN: Dr. Roberto Flores
Vo.Bo. ASESOR INTITUCIONAL

Dr. Roberto Flores

DOCENCIA Y SERVICIO

ÍNDICE

Introducción	3
Lista de Actividades	4
Actividades de servicio	4
Actividades de docencia	6
Cuadro Resumen de las Actividades de EDC	12
Bibliografía	17
Anexos	18

INTRODUCCIÓN

En el presente informe bimestral se listan las actividades de Docencia y Servicio realizadas entre los meses de Enero y Julio del presente año, las cuales son realizadas en el Centro de Investigaciones Biomédicas – CIB – que actualmente constituye una parte importante del eje de la Dirección General de Investigación de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Facultad de Ciencias Médicas, 2014). Las actividades de Docencia y Servicio se han realizado en jornada laboral de lunes a viernes y horario de 8:00 a.m. a 12:00 p.m., con la excepción del mes de Junio en el que la jornada de trabajo fue de 8:00 a.m. a 16:00 p.m. Las actividades presentadas en el presente informe están dirigidas para la formación del estudiante César Camilo Carías Alvarado y para el apoyo en las distintas actividades, proyectos, tareas e investigaciones que lleva a cabo el Centro de Investigaciones Biomédicas, realizándose actividades dentro y fuera de los laboratorios de Genética, Biología Molecular y Patología. Además las actividades van dirigidas a la formación profesional del estudiante, tomando un énfasis especial en la investigación, el servicio y la docencia supervisada (Alquijay, 2018). Las actividades que se llevaron a cabo y son presentadas en el presente informe son:

- Apoyo en trabajo de investigaciones (investigación de *Helicobacter pylori* y fibrosis quística).
- Trabajo en bases de datos.
- Inventario de laboratorio.
- Revisión de protocolos (Barch & Spurberck, 1997).
- Trabajo en el laboratorio de biología molecular (PCR, electroforesis, tomado de fotografías).
- Participación en proyecto de implementación de las técnicas FISH y PCR para el diagnóstico del síndrome de Velocardiofacial.
- Capacitación en procedimientos y técnicas de laboratorio de biología molecular, genética y patología.
- Participación presencial en prácticas de laboratorio.
- Participación en conferencias y exposiciones.
- Elaboración de material educativo y de divulgación.
- Participación en tinción y elaboración de láminas de cariotipos.
- Capacitación en metodología para la extracción de ADN, realización de PCR y electroforesis.
- Cultivos de *Drosophila melanogaster* con fines educativos.
- Participación en cursos, congresos y conferencias.

Hasta la fecha no se han encontrado limitantes ni dificultades que hayan influido de manera negativa o que hayan demorado la realización de la mayoría de las actividades de docencia y servicio. No obstante, la falta de acceso a internet impide la realización de un blog o página web para la divulgación del CIB (como se había planteado en el Plan de Trabajo).

Lista de Actividades

1. Actividades de servicio

Actividad No. 1: Trabajo en investigaciones

- a) **Objetivos:** aumentar el conocimiento científico.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se realizó el análisis estadístico de los resultados de una investigación. Se han depurado, ordenado y llevado a cabo el análisis preliminar de los mismos. Además, se ha llevado a cabo trabajo de laboratorio para la obtención de datos y resultados necesarios para las investigaciones llevadas a cabo. Se han realizado informes de resultados de investigación: a) *Helicobacter pylori* y b) Fibrosis Quística.
- c) **Resultados:** se han obtenidos análisis de datos que fueron utilizados en investigación. Se han obtenido informes para presentarse en los hospitales: General San Juan de Dios, Roosevelt e INCAN.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 2: Trabajo en bases de datos

- a) **Objetivos:** ordenar y aumentar los datos y resultados de investigaciones.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se ha trabajado utilizando el programa de computación Excel para poder ordenar y analizar datos. De igual manera, se han realizado informes preliminares con gráficos y listados acerca del avance.
- c) **Resultados:** se ha podido contrastar variables, recuperar datos y ordenar los mismos.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 3: Revisión de protocolo: obtención de cariotipos a partir de cultivos de fibroblastos tomados de biopsias de piel

- a) **Objetivos:** poseer una metodología eficiente que pueda realizarse para la obtención de cariotipos que serán utilizados para el diagnóstico de enfermedades hereditarias.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** con la revisión de material bibliográfico se ha creado un protocolo para la obtención de cariotipos a partir de cultivos de fibroblastos tomados de biopsias de piel (Barch & Spurberck, 2013).
- c) **Resultados:** revisión de protocolos que pueden ser utilizados para la obtención de cariotipos a partir de cultivos de fibroblastos.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 4: Trabajo en el laboratorio de Biología Molecular

- a) **Objetivos:** apoyar en las actividades diarias del laboratorio para la obtención de resultados y datos.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** el trabajo de laboratorio consiste en: extracción de ADN (de ser necesario), la selección de muestras a utilizar, la realización de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa), realización de electroforesis, tomado de fotografías de electroforesis y recolección y ordenamiento de datos. Además, del cuidado, orden y limpieza del laboratorio.
- c) **Resultados:** se obtuvieron resultados de investigación.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 5: Proyecto: Implementación de las técnicas FISH y PCR para el diagnóstico del síndrome de Velocardiofacial.

- a) **Objetivos:** iniciar el proyecto de implementación de las técnicas FISH y PCR para el diagnóstico del síndrome de Velocardiofacial.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se ha iniciado con la propuesta de proyecto, la recolección de datos clínicos y cotizaciones de material necesario.
- c) **Resultados:** primer borrador de propuesta de proyecto y realización de cotizaciones.
- d) **Problemas y limitaciones:** limitación en tiempo de trabajo y recursos económicos.

Actividad No. 6: Mantenimiento de material y equipo de laboratorio

- a) **Objetivos:** garantizar el buen estado del material y equipo de laboratorio.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** al finalizar el trabajo de laboratorio y las prácticas de laboratorio del Doctorado en Ciencias Biomédicas, se procedió a limpiar el equipo y material de laboratorio haciendo uso de alcohol y ARNasezap para la limpieza de superficies y materiales de laboratorio.
- c) **Resultados:** se consiguió la limpieza de material y equipo de laboratorio después de cada trabajo llevado a cabo en él.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 7: Inventarios de laboratorio

- a) **Objetivos:** obtener un listado de los recursos de laboratorio.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se realizó el inventario de reactivos del Laboratorio de Biología Molecular. Para ello se realizó un listado de los reactivos y se hizo un listado en Excel.
- c) **Resultados:** se obtuvo un listado actualizado de los reactivos disponibles en el Laboratorio de Biología Molecular.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

Actividad No. 8: Actualización de protocolo para la obtención de cariotipos en el laboratorio de Genética.

- a) **Objetivos:** actualizar el protocolo para obtener mejores resultados.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se redactó un nuevo protocolo tomando como base el protocolo usado anteriormente y se realizaron las correcciones correspondientes.
- c) **Resultados:** se obtuvo una actualización del protocolo a utilizar.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en dicha actividad.

2. Actividades de docencia

Actividad No. 1: Capacitación en procedimientos y técnicas de laboratorio

- a) **Objetivos:** aprender a realizar los procedimientos y técnicas del laboratorio de biología molecular.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** por medio de una enseñanza guiada se ha aprendido a utilizar micropipetas, uso de equipo de laboratorio y realización de procedimientos como: PCR, realización de electroforesis, extracción de ADN de tejido y el correspondiente análisis de los resultados que se obtienen.
- c) **Resultados:** se obtuvieron conocimientos de los procedimientos y las técnicas necesarias. Además de que se ha obtenido una mayor destreza en el uso de material y equipo.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 2: Participación en práctica de laboratorio “Aislamiento de Células Mononucleares de la Sangre Periférica (PBMC)”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender la metodología necesaria para el aislamiento celular de sangre periférica.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento para el aislamiento de células mononucleares de sangre periférica (PBMC)
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 3: Participación en práctica de laboratorio “Procedimiento para el recuento de glóbulos rojos y blancos en sangre”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- e) **Objetivos:** aprender los procedimientos necesarios para realizar recuentos de glóbulos rojos y blancos en sangre.
- f) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica.
- g) **Resultados:** obtención de conocimiento para el recuento de glóbulos rojos y blancos en sangre.
- h) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 4: Participación en práctica de laboratorio “Procedimiento para determinación de glucosa en sangre”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender los procedimientos necesarios para determinar la glucosa en sangre.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento acerca del procedimiento para la determinación de glucosa en sangre.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 5: Participación en conferencia “Dijeron que era rara”

- a) **Objetivos:** aumentar los conocimientos en enfermedades genéticas.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se escucharon las conferencias presentadas por los expositores.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento sobre enfermedades genéticas.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 6: Participación en conferencia “E-salud”

- a) **Objetivos:** aumentar los conocimientos en nuevas tecnologías en el campo de la salud.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se escuchó la conferencia del expositor.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento acerca de nueva tecnología y su aplicación.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 7: Participación exposición de estudiante de ciclo lectivo “Síndrome de Velocardiofacial”

- a) **Objetivos:** aprender acerca del Síndrome Velocardiofacial.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se escuchó la exposición impartida por una estudiante de ciclo lectivo.
- c) **Resultados:** obtención de conocimientos sobre la embriología del síndrome, manifestaciones y clínica del Síndrome Velocardiofacial.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 8: Elaboración de material educativo y de divulgación: “Citogenética”

- a) **Objetivos:** elaborar material educativo y de divulgación acerca de la citogenética.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** mediante revisiones bibliográficas se elaboró una presentación en Power Point (Gersen & Keagle, 2013; Griffiths, Wessler, Carroll & Doebley, 2012).
- c) **Resultados:** se obtuvo un material educativo que puede ser utilizado en docencia.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 9: Elaboración de material educativo y de divulgación: “Técnicas de Bioquímica, Genética y Biología Molecular”

- a) **Objetivos:** elaborar material educativo y de divulgación acerca de las técnicas bioquímicas, genéticas y de biología molecular.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** mediante revisiones bibliográficas se elaboró una presentación en Power Point (Swanson, Kim & Glucksman, 2010).
- e) **Resultados:** se obtuvo un material educativo que puede ser utilizado en docencia.
- c) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 10: Elaboración de material educativo y de divulgación: “Enfermedades Genéticas”

- d) **Objetivos:** elaborar material educativo y de divulgación acerca de las enfermedades genéticas.
- e) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** mediante revisiones bibliográficas se elaboró una presentación en Power Point (Parks, 2010).
- f) **Resultados:** se obtuvo un material educativo que puede ser utilizado en docencia.
- f) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 11: Participación en práctica de laboratorio “Siembra de PBMC para estímulo con antígeno de *Candida albicans*”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender los procedimientos necesarios para la siembra de PBMC.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento acerca del procedimiento para la siembra de PBMC.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 12: Participación en práctica de laboratorio “Procedimiento para medir hemoglobina glicosilada (método rápido de separación por resina de intercambio iónico)”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender los procedimientos necesarios para la medición de hemoglobina glicosilada.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento acerca del procedimiento para la medición de hemoglobina glicosilada.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 13: Capacitación en procedimientos y técnicas de laboratorio de Patología y Patología Molecular

- a) **Objetivos:** aprender a realizar los procedimientos y técnicas del laboratorio de patología molecular.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** por medio de una enseñanza guiada se han aprendido los procedimientos para realizar inmunofluorescencias, tinciones, uso de micrótomo, tratado de tejidos, etc.
- c) **Resultados:** se obtuvieron conocimientos de los procedimientos y las técnicas necesarias.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 14: Capacitación en procedimientos y técnicas de laboratorio Citogenética

- a) **Objetivos:** aprender a realizar los procedimientos y técnicas del laboratorio de citogenética.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** por medio de una enseñanza guiada se han aprendido los procedimientos para realizar goteo, envejecimiento u horneado y tinción para la obtención de cariotipos.
- c) **Resultados:** se obtuvieron conocimientos de los procedimientos y las técnicas necesarias.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 15: Enseñanza de electroforesis en gel

- a) **Objetivos:** enseñar el procedimiento para realizar una electroforesis en gel de agarosa.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** a un grupo de tesisistas se le enseñó el procedimiento para realizar electroforesis: elaboración del gel de agarosa, pipeteo, análisis de resultado y toma de fotografía.
- c) **Resultados:** se obtuvieron conocimientos de los procedimientos y las técnicas necesarias.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 16: Conferencia Webimarck: “Cómo Mejorar Tus Reacciones de PCR”.

- a) **Objetivos:** aprender nueva tecnología para el desempeño de reacciones de PCR en investigación, diagnósticos, etc.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se escuchó y se leyó el material proporcionado por Merck – Webimarck.
- c) **Resultados:** se obtuvieron nuevos conocimientos para la realización de PCR.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 17: Participación en práctica de laboratorio “Arteriosclerosis”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender acerca de la enfermedad arterosclerosis.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica. Se trabajó microscopía.
- c) **Resultados:** obtención de conocimiento acerca de la enfermedad arterosclerosis.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 18: Participación en conferencia enfermedades genéticas e investigación

- a) **Objetivos:** aprender acerca de las enfermedades genéticas y la manera en que se debe afrontar la investigación.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se escuchó la conferencia.
- c) **Resultados:** obtención de conocimientos en enfermedades genéticas.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 19: Participación en conferencia citogenética impartida por el Dr. Gabriel Silva

- a) **Objetivos:** aprender acerca de citogenética.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se escuchó la conferencia.
- c) **Resultados:** obtención de conocimientos en citogenética y laboratorio de citogenética.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 20: Cultivo de *Drosophila melanogaster*

- a) **Objetivos:** mejorar los procedimientos y destrezas para el trabajo con *D. melanogaster*.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** se realizaron cultivos y cruces de cepas puras y mutantes de *D. melanogaster*.
- c) **Resultados:** se han mejorado las destrezas y procedimientos para el cultivo de *D. melanogaster*. Se han obtenido individuos híbridos en primera y segunda generación filial.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 21: Participación en práctica de laboratorio “Genética de poblaciones y cuerpos de Barr”, Doctorado en Ciencias Biomédicas

- a) **Objetivos:** aprender los fundamentos de la genética de poblaciones y los cuerpos de Barr.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se observó, tomaron notas y se colaboró en la práctica. Se trabajó en las simulaciones con software Populus.
- c) **Resultados:** obtención de nuevos conocimientos y habilidades.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 22: Asistencia a Convergencia

- a) **Objetivos:** adquirir nuevos conocimientos en áreas de interés científica.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se asistió a conferencias relacionadas a los campos de genética, biología molecular, micología, entre otras disciplinas.
- c) **Resultados:** obtención de nuevos conocimientos.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 23: Curso “Técnicas de Biología Molecular”

- a) **Objetivos:** aprender acerca de las nuevas técnicas de Biología Molecular, sus aplicaciones y procedimientos.
- b) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se recibieron conferencias y prácticas de laboratorio.
- c) **Resultados:** obtención de nuevos conocimientos y habilidades.
- d) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Actividad No. 23: Asistencia a 1er. Congreso Nacional Biotecnología en Guatemala

- a) **Objetivos:** adquirir nuevos conocimientos en áreas de interés científica.
- e) **Descripción, método o procedimiento si lo hubo:** de manera presencial se asistió a conferencias relacionadas a los campos de genética, biología molecular, micología, entre otras disciplinas.
- b) **Resultados:** obtención de nuevos conocimientos y habilidades.
- c) **Problemas y limitaciones:** no se encontraron limitaciones en el desarrollo de dicha actividad.

Cuadro Resumen de las Actividades de EDC

Programa/ Actividades	Fecha propuesta	Horas EDC asignadas	Horas EDC Acumuladas	% de Horas EDC de Avance/acumuladas
Elaboración de Diagnóstico, Plan de Trabajo e Informes Bimensuales	Enero-Junio	50h	50h	100%
A. Servicio				
Trabajo en investigaciones	Enero-Junio	Indefinido	85h	100%
Trabajo en base de datos	Enero-Junio	Indefinido	50h	100%
Mantenimiento de material y equipo de laboratorio	Febrero-Junio	Indefinido	10h	10%
Inventarios de laboratorio	Enero-Junio	20h	20h	100%
Revisión de protocolo: obtención de cariotipos a partir de cultivos de fibroblastos tomados de biopsias de piel	Enero-Marzo	30h	30h	100%
Trabajo en laboratorio de Biología Molecular	Febrero-Junio	Indefinido	100h	100%
Proyecto: Implementación de las técnicas FISH y PCR para el diagnóstico del síndrome de Velocardiofacial.	Febrero-Junio	Indefinidas	30h	30%
Actualización de protocolo para la obtención de cariotipos en el laboratorio de Genética.	Mayo	4h	4h	100%
B. Docencia				
Capacitación en	Febrero-	40h	40h	100%

uso de material y equipo de laboratorio	Junio			
Capacitación en procedimientos y técnicas de laboratorio: Patología Molecular y Citogenética	Febrero-Julio	82h	82h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Aislamiento de Células Mononucleares de la Sangre Periférica (PBMC)", Doctorado en Ciencias Biomédicas	Febrero-Junio	5h	5h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Procedimiento para el recuento de glóbulos rojos y blancos en sangre", Doctorado en Ciencias Biomédicas	Febrero-Junio	5h	5h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Procedimiento para determinación de glucosa en sangre", Doctorado en Ciencias Biomédicas	Febrero-Junio	5h	5h	100%
Participación en conferencia "Dijeron que era rara"	Febrero	4h	4h	100%
Participación en conferencia "E-salud"	Marzo	2h	2h	100%

Participación exposición de estudiante de ciclo lectivo "Síndrome de Velocardiofacial"	Abril	2h	2h	100%
Elaboración de material educativo y de divulgación: "Citogenética"	Marzo-Junio	11h	11h	100%
Elaboración de material educativo y de divulgación: "Técnicas de Bioquímica, Genética y Biología Molecular"	Marzo-Junio	11h	11h	100%
Elaboración de material educativo y de divulgación: "Enfermedades Genéticas"	Marzo-Abril	8h	8h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Siembra de PBMC para estímulo con antígeno de <i>Candida albicans</i> ", Doctorado en Ciencias Biomédicas	Abril	4h	4h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Procedimiento para medir hemoglobina glicosilada (método rápido de separación por resina de intercambio iónico)",	Abril	4h	4h	100%

Doctorado en Ciencias Biomédicas				
Enseñanza de electroforesis en gel	Mayo	4h	4h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Arteriosclerosis Doctorado en Ciencias Biomédicas"	Mayo	4h	4h	100%
Conferencia Webimarck: "Cómo Mejorar Tus Reacciones de PCR".	Mayo	3h	3h	100%
Participación en conferencia enfermedades genéticas e investigación	Mayo	1h	1h	100%
Participación en conferencia citogenética impartida por el Dr. Gabriel Silva	Junio	1h	1h	100%
Cultivo de <i>Drosophila melanogaster</i>	Junio	45h	45h	100%
Participación en práctica de laboratorio "Genética de poblaciones y cuerpos de Barr", Doctorado en Ciencias Biomédicas	Septiembre	4h	4h	100%
Asistencia a Convergencia	Julio	10h	10h	100%
Curso "Técnicas de Biología Molecular"	Septiembre	6h	6h	100%

Asistencia a 1er. Congreso Nacional Biotecnología en Guatemala	Octubre	4h	4h	100%
--	---------	----	----	------

Bibliografía

Alquijay, B. (2018). Programa Analítico. Guatemala: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Facultad de Ciencias Médicas. (2014). CIB Centro de Investigaciones Biomédicas. Recuperado de <http://medicina.usac.edu.gt/cib.html>

Facultad de Ciencias Médicas. (2014). Investigación. Recuperado de <http://medicina.usac.edu.gt/investigacion.html>

Gersen, S. L. & Keagle, M. B. (2013). The principles of clinical cytogenetics (Capítulo 3). EE. UU: Springer.

Griffiths, A. J., Wessler, S. R., Carroll, S. B. & Doebley, J. (2012). Introduction to genetic analysis (Capítulo 17). EE.UU: W. H. Freeman and Company.

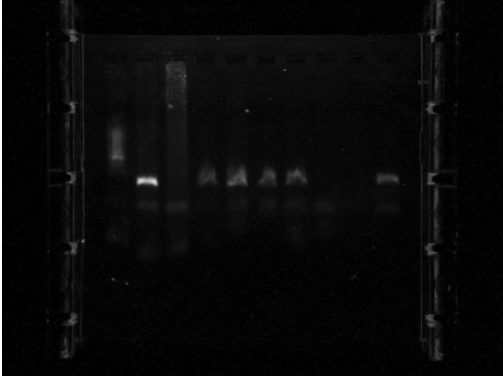
Margaret, J., Barch, M. S., & Spurbeck, T. L. (2013).The AGT Cytogenetics Laboratory Manual.

Parks, P. J. (2010). Genetic Disorders. EE.UU: Reference Point Press.

Swanson, T. A., Kim, S. I. & Glucksman, M. J. (2010). Biochemistry, Molecular Biology & Genetics (Capítulo 21). Hong Kong: Lippincott Williams & Wilkins.

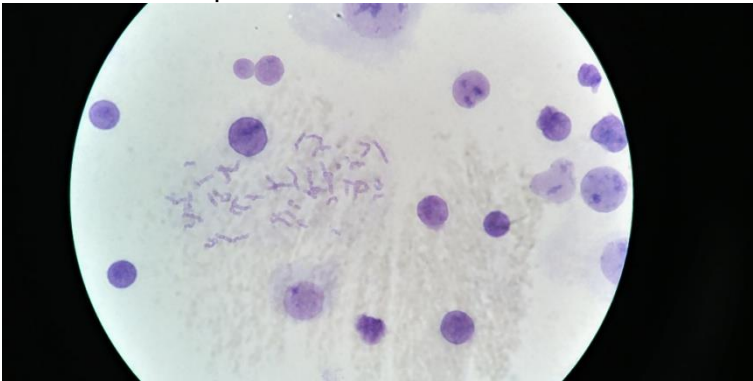
Anexos

Anexo 1. Resultado de electroforesis.



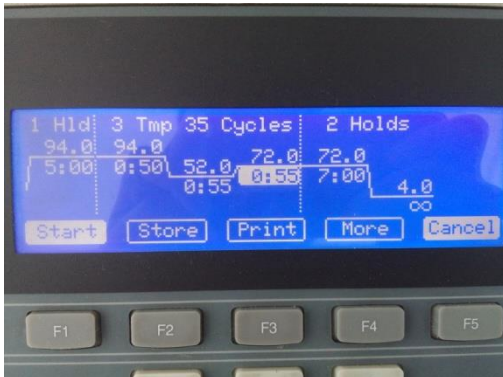
Fuente: Fotografía tomada por Camilo carías

Anexo 2. Cariotipo con Bandas G.



Fuente: Fotografía tomada por Camilo carías

Anexo 3. Termociclador con ciclos de reacción.



Fuente: Fotografía tomada por Camilo carías

**INVESTIGACIÓN
DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *SUILLUS*
RECOLECTADAS EN GUATEMALA**

ÍNDICE

I	Resumen	3
II	Introducción	4
III	Planteamiento del Problema	5
IV	Justificación	6
V	Marco Teórico	7
VI	Objetivos	11
VII	Metodología	12
	VII.I Diseño	12
	VII.I.I Población	12
	VII.I.II Muestra	12
	VII.II Técnicas a usar en el proceso de investigación	12
	VII.II.I Recolección de datos	12
	VII.II.II Análisis de datos	12
	VII.III Instrumentos para registro y medición de las observaciones	13
VIII	Resultados	14
	VIII.I Microscopía	16
	VIII.II Descripción de ejemplares del género <i>Suillus</i> recolectados en Guatemala	20
IX	Discusión de Resultados	51
X	Conclusiones	54
XI	Recomendaciones	55
XII	Referencias Bibliográficas	56
XIII	Anexos	59

Resumen

El género *Suillus* comprende un aproximado de 100 especies alrededor del mundo. En Guatemala se han reportado las especies *Suillus americanus*, *S. bovinus*, *S. brevipes*, *S. decipiens*, *S. granulatus*, *S. luteus*, *S. subluteus*, *S. tomentosus*, *S. salmoneus*, entre otras.

En Guatemala el género *Suillus* no ha sido trabajado a profundidad a pesar de que posee una gran importancia ecológica, forestal, nutricional y bioquímica. Debido a que es un género micorrízico obligado de pino (*Pinus* spp) y que en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG–, de la Facultad de CCQQ y Farmacia de la USAC se encuentran diversas especies de las que no hay certeza taxonómica, es necesario realizar un análisis microscópico y macroscópico de los ejemplares recolectados para determinar la identidad taxonómica correcta, particularmente teniendo como base los cambios actuales de nomenclatura para las especies de hongos que se encuentran en América y el endemismo de la región.

Teniendo en cuenta la riqueza de especies de este género en Guatemala, es necesario determinar las especies recolectadas en el país y documentarlas correctamente. Por ello, a partir de descripciones macroscópicas y microscópicas se identificarán las especies depositadas en la Micoteca. Se utilizaron descripciones macroscópicas originales y fotografías de los ejemplares, apoyándose también con guías de identificación taxonómica de Norteamérica. Las descripciones microscópicas se realizaron haciendo uso de estereoscopios y microscopios, empleando reactivo KOH y colorante Rojo Congo. Se elaboraron descripciones macro y microscópicas detalladas con las que se verificaron las especies analizadas. Se encontró que los caracteres macroscópicos y microscópicos de las distintas especies son muy homogéneos entre sí; no obstante, es posible hacer una identificación por sus caracteres macroscópicos, ornamentación, hábitat y pino hospedero. Es fundamental para las especies en Guatemala utilizar análisis moleculares y filogenéticos para determinar si se trata de taxones locales o norteamericanos debido a los cambios taxonómicos que se han producido en los últimos años. Así mismo, es necesario ampliar la colección de *Suillus* y especificar en las boletas las coordenadas geográficas, la especie de pino simbionte y la presencia de restos de velo o anillo.

Introducción

El género *Suillus* (antes llamado *Boletus*) comprende un aproximado de 100 especies alrededor del mundo (Catalogue of Life, 2016; *Species Fungorum*, 2018).

Tradicionalmente los hongos han sido utilizados como fuente de alimento por muchas culturas y en Guatemala se han estudiado de manera particular hongos de los géneros *Amanita Boletus*, *Cantharellus* y *Lactarius* (Sommerkamp, 1990; Morales & Bran, 2010; Mérida & Hernández, 2017; Mazariegos, Lara & Lara, 2014; Porras, 2014). Sin embargo, el género *Suillus*, que posee especies comestibles, ha sido reportado con ese uso en pocas comunidades rurales a pesar de su diversidad y abundancia en bosques de pino, en los que forma una simbiosis micorrícica exclusiva.

En Guatemala se han realizado varios estudios sobre diversidad fúngica en los que se han obtenido registros de varias especies del género *Suillus*. Entre ellas se encuentran:

- *Suillus americanus*.
- *S. bovinus*.
- *S. brevipes*.
- *S. decipiens*.
- *S. granulatus*.
- *S. luteus*.
- *S. subluteus*.
- *S. tomentosus*.
- *S. salmoneus*
- *Suillus* spp.

El presente trabajo de investigación está enfocado en el análisis taxonómico de los distintos ejemplares del género *Suillus* recolectados en Guatemala y que se encuentran depositados en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacias de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La mayoría de los ejemplares que serán trabajados han sido recolectados en bosques del altiplano occidental y central del país, pero también, y en menor cantidad, en bosques naturales del altiplano oriental e incluso en Poptún Petén.

Planteamiento del Problema

El género *Suillus* posee un aproximado de 100 especies en el mundo descritas hasta la fecha (Catalogue of Life, 2016; *Species Fungorum*, 2018), de las cuales se reportan entre 8 y 12 especies en Guatemala (datos obtenidos de la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –). En Guatemala el género *Suillus* no ha sido trabajado a profundidad a pesar de que posee una gran importancia ecológica, forestal, nutricional y bioquímica. A la fecha en Guatemala se poseen únicamente reportes de colectas de ciertas especies y su uso comestible en relación a otros países (Sommerkamp, 1990; Bran et al. 1998; Morales, Bran & Cáceres, 2010, p. 450).

Debido a que es un género micorrízico obligado de *Pinus* y que en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG – se encuentran diversas especies, de las que no hay certeza taxonómica de varios especímenes recolectados de *Suillus*, es necesario realizar un análisis microscópico y macroscópico de los ejemplares para determinar la identidad taxonómica correcta, particularmente en base a los cambios actuales de nomenclatura para las especies de hongos que se encuentran en América y el endemismo de la región.

Justificación

Debido a la enorme diversidad biológica que existe en Guatemala es sumamente importante para saber cómo aprovechar administrar, proteger y dicha diversidad.

Teniendo en cuenta la riqueza de especies del género *Suillus* en Guatemala, es necesario determinar las especies recolectadas en el país y documentarlas correctamente.

El presente trabajo genera conocimiento para realizar futuras investigaciones sobre este género, su distribución, hábitats, usos y aspectos de valor etnomicológico.

Marco Teórico

Los hongos del género *Suillus* pertenecen a la familia Suillaceae, orden Boletales. Producen carpóforos que se caracterizan por su píleo convexo, una cutícula viscosa, himenóforo formado por tubos y poros amarillos, pie cilíndrico que puede ser granulado y, en ciertas especies, con anillo. Inicialmente los hongos pertenecían al género *Boletus* (establecido por Linneo para los hongos que poseen himenios tubulares) hasta el año de 1821 en el que Gray los separa dichas especies para formar el género *Suillus* (Blanco, Fajardo, Verde & Rodríguez, 2012, pp. 175, 176).

Debido a que todas las especies del género forman ectomicorrizas con coníferas, especialmente del género *Pinus*, que se encuentran distribuidas ampliamente en el Hemisferio Norte. En América desde Alaska hasta Nicaragua, de manera natural, pero debido a la introducción de especies de pino y a la reforestación en Sudamérica se han llegado a reportar especies en Perú, Ecuador, Chile, Bolivia, Brasil y Argentina (Melgarejo, 2014, p. 385 y 389; Chapela et al, 2001, p. 1736).

El uso gastronómico de hongos del género es amplio debido a su elevado contenido nutricional. Se ha reportado que para las especies *S. luteus* y *S. granulatus* los valores nutricionales son los siguientes (Blanco & otros, 2012, p. 181):

Tabla 1. Valor nutricional de dos especies de *Suillus*.

Especie	Proteínas	Carbohidratos	Grasas	Minerales
<i>Suillus luteus</i>	20	57	6	6
<i>Suillus granulatus</i>	14	70	2	6

Fuente: Blanco, Fajardo, Verde & Rodríguez, 2012, p. 181

S. granulatus también presenta elementos en concentraciones traza de Na, K, Ca, Mg, Fe, P, V, Li, Cu, Zn, Cd, Co, Ni, Cr, y Mn (Arce, Cerutti, Olsina, Gómez & Martínez, 2008, p. 855).

Las especies del género *Suillus* poseen metabolitos secundarios y compuestos de interés farmacéutico. Se ha encontrado que *S. granulatus*, *S. luteus* y *S. placidus* producen compuestos quinónicos como la grevillina. De *S. bovinus* se ha obtenido la quinona ametinona y la diboviquinona, que posee actividad antioxidante. Compuestos con estructuras de tetraprenilfenol como bolegrevilol y la suilina se han aislado de *S. grevillei*, *S. granulatus* y *S. bovinus*. El benzofurano suillusina se ha aislado en *S. granulatus* y el pigmento variegatorubina se ha aislado en *S. piperatus* (León, 2005, pp. 174, 176).

Conocimiento de especies del género *Suillus*

Globalmente sus especies son conocidas por su uso gastronómico. En los países africanos Burundi, Madagascar y Malawi se acostumbra comer *S. luteus* y en Zambia, Tanzania y Madagascar se utiliza *S. granulatus* como alimento, sin embargo, este género fue introducido junto a plantaciones de pino. En México la mayoría de especies no son utilizadas como alimento por su apariencia viscosa. No obstante, especies como *S. pseudobrevipes*, *S. luteus*, *S. hirtellus*, *S. tomentosus*, *S. cavipes*, *S. brevipes*, *S. americanus*, *S. acidus* y *S. granulatus* sí se consumen pero en menor cantidad. En América del Surel consumo de *Suillus* ha aumentado debido a la introducción de especies. En la

Patagonia, Argentina, se consume *S. luteus* y *S. lakei*. En Chile y Ecuador se consumen *S. luteus* y *S. granulatus*. En Uruguay se ha reportado el consumo de *S. granulatus*.

En América del Norte el consumo de estos hongos no es muy común. En Asia su consumo es mayor particularmente en Armenia, Turquía, Laos, Bhután, China, Japón y Nepal, donde se utiliza: *S. granulatus*, *S. luteus*, *S. bovinus*, *S. grevillei*, *S. pictus*, *S. americanus*, *S. brevipes*, *S. lactifluus*, *S. subluteus*, *S. tomentosus* y *S. sibiricus*. En Rusia poseen una gran popularidad gastronómica, especies como *S. bellinii*, *S. bovinus*, *S. granulatus*, *S. luteus*, *S. abietinus*, *S. cavipes*, *S. grevillei*, *S. pictus*, *S. placidus*, *S. plorans*, *S. subluteus*, *S. variegatus* y *S. viscidus*. España, Bielorrusia y Bulgaria también consumen *Suillus* pero en menor manera (Blanco & otros, 2012 pp. 182-185).

Estudios en Guatemala

En Guatemala, los pocos estudios que citan al género *Suillus* hacen referencia a su uso gastronómico, como *S. granulatus*, *S. luteus* y *S. tomentosus* (Sommerkamp, 1990; Morales, Bran & Cáceres, 2010).

La investigación del género también ha sido llevada a cabo para determinar sus características de crecimiento. Ejemplo de ello es que Díaz, Flores y Honrubia (2009) describieron cultivos miceliares de cepas guatemaltecas de *S. tomentosus* y *S. bovinus*.

Flores, Comandini y Rinaldi (2012) reportan 8 especies de *Suillus* para Guatemala:

1. *Suillus americanus*.
2. *S. bovinus*.
3. *S. brevipes*.
4. *S. decipiens*.
5. *S. granulatus*.
6. *S. luteus*.
7. *S. subluteus*.
8. *S. tomentosus*.

Tales especies se encuentran en los departamentos de Guatemala, Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, San Marcos, Sacatepéquez y Chiquimula. Sin embargo el género se encuentra en casi todos los departamentos que poseen pino.

Importancia en investigación multidisciplinaria

Debido a su importancia alimenticia el género *Suillus* tiene un potencial de investigación en las áreas de la seguridad alimentaria y la forestería.

Se ha reportado que extractos metanólicos de *S. luteus* son capaces de detener el crecimiento celular y la proliferación de líneas celulares de cáncer de colon (dos Santos & otros, 2013, p. 476). Con ello se evidencia aún más que las investigaciones micológicas, en este caso del género *Suillus*, deben aumentarse a favor de la población guatemalteca.

Suillus en Norteamérica

A continuación se presentan descripciones de especies del género *Suillus*, por Roger Phillips, publicadas en su libro "Mushrooms of North America", las cuales fueron revisadas en este trabajo de investigación.

1. ***Suillus decipiens***(Berk & Curt.) O. Kuntze **Cap** de 3.5-7cm ($1\frac{1}{4}$ - $2\frac{3}{4}$ in) across, convex becoming flatter; maize yellow or paler, with pinkish-cinnamon or pale tan appressed scales; sometimes appearing darker when wet. **Tubes** up to 5 mm ($2\frac{1}{4}$ in) long; honey yellow. **Pores** irregular, compound; same color as tubes. **Stem** 40-70 x 7-15mm ($1\frac{1}{2}$ - $2\frac{3}{4}$ x $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{1}{2}$ in), solid, tapering and hooked toward the base; yellowish to cinnamon buff or cinnamon pink below; cottony-scaly. **Veil** sheathlike, forms a slight gray to whitish ring. **Flesh** straw yellow, mostly unchanging, but becoming dull pinky-tawny in places. **Odor** agreeable, mild. **Taste** mild. **Spores** cylindrical to subellipsoid, smooth, 9-12 x 3.5-5 μ . Deposit ochraceous brown. **Habitat** in dense groups on the ground, in humus, in mixed pine-oak forests, and sphagnum bogs. Frequent. Found in southeastern North America, north to New Jersey. **Season** June-September. **Edible**.
2. ***Suillus luteus***(Fr.) S. F. Gray. **Cap** 5-17cm ($2\frac{1}{2}$ in) across, rounded becoming convex and flatter in age; chestnut to sepia; smooth, slimy and covered with brown gluten, shiny on drying. **Tubes** adnate to subdecurrente; lemon yellow to straw-colored. **Pores** round; yellow becoming brown-dotted. **Stem** 30-90 x 10-30mm ($1\frac{1}{4}$ - $3\frac{1}{2}$ x $1\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{4}$ in), solid, equal or slightly tapering at base; pale straw-colored with darker dots above the ring, white below becoming darker pinky-brown. **Veil** finely webbed, shiny white; leaving a purplish sleeve-like ring around the stem. **Flesh** white or pale yellow, often slightly pinky toward the stem. **Odor** not distinctive. **Taste** not distinctive. **Spores** subfusiform to elongate ellipsoid, 7-10 x 2.5-3.5 μ . Deposit dull cinnamon. **Habitat** scattered to gregarious under conifers, especially Scotch pine. Common. Widespread in North America. **Season** September-December. **Edible** – good after peeling and removing slime.
3. ***Suillus intermedius***(Smith & Thiers) Smith & Thiers syn. *Suillus acidus* var. *intermedius* Smith & Thiers **Cap** 5-10cm (2-4in) across, convex then expanded, slightly umbonate; tawny yellow, buff no ochre-brown; sticky of glutinous when wet, often appearing patchy or streaked from dried gluten. **Tubes** subdecurrent to adnate; pale yellow. **Pores** small; pale yellow or ochre, unchanging when bruised, often weeping droplets of clear fluid when young, yellowing with age. **Stem** 50-100 x 10-15mm ($2\frac{1}{2}$ - $4\frac{1}{2}$ in), often long in proportion to cap, slightly clavate; same color as cap, with distinctly darker, glandular dots over most of the surface, darkening on handling to olive-brown. **Veil** leaves clear, gelatinous, pale buff ring or band of remnants at apex of stem. **Flesh** thick; pale cream to yellow, unchanging when cut. **Odor** none of slight. **Taste** of cap skin rather acid, of flesh mild. **Spores** subfusiform, smooth, 7-9(12) x 2.5-3(4) μ m. Deposit dull cinnamon. **Habitat** under pine, usually red pine (*Pinus resinosa*). Rather uncommon. Found in eastern North America extending north and west, but not beyond the Rockies. **Season** July-September. **Edible**. Comment: The spores of this collection were rather shorter than in some published accounts, but it otherwise agreed well.
4. ***Suillus americanus***(Pk.) Snell ex Slipp & Snell **Cap** 3-10cm ($1\frac{1}{4}$ -4in) across, broadly convex with a low umbo and incurved margin, which may have remnants of a yellowish, cottony veil hanging from it; bright yellow with red or brownish streaks and hairy patches; slimy and sticky. **Tubes** adnate to decurrent; yellow, staining reddish brown when bruised. **Pores** large, angular; yellow becoming darker with

age. **Stem** 30-90 x 4-10mm ($1\frac{1}{4}$ - $3\frac{1}{2}$ x $\frac{3}{16}$ - $\frac{1}{2}$ in), often crooked, becoming hollow; lemon yellow with dots that bruise darker, as do other parts of stem if handled. **Veil** partial veil, not attached to stalk, leaves no ring on stem. **Flesh** mustard yellow, staining pinky-brown when bruised. **Odor** not distinctive. **Taste** not distinctive. **Spores** ellipsoid to subfusoid, 8-11 x 3-4 μ . Deposit dull cinnamon. **Habitat** singly or gregarious under eastern white pine. Very common. Found in northeastern North America. **Season** July-October. **Edible** – good. **Comment** Similar to *Suillus sibiricus*, which has a ring and is found in the West.

5. ***Suillus granulatus*** (F.) Kuntze **Cap** 4-15cm ($1\frac{1}{2}$ -6in) across, broadly convex; rusty brown to yellowish; sticky or glutinous when wet, shiny when dry, smooth. **Tubes** adnate; buff to pale yellow. **Pores** small; pale yellow becoming dingy, sometimes exuding pale milky droplets. **Stem** 35-80 x 8-25mm ($1\frac{1}{4}$ - $3\frac{5}{16}$ -1in), solid; lemon yellow flushed pink or cinnamon orange toward base; upper region covered in pinkish-tan dots that exude milky droplets. **No veil.** **Flesh** pale lemon yellow, lemon chrome in stem, paler in cap. **Odor** slight, pleasant, ellipsoid, 7-10 x 2.5-3.5 μ . Deposit ochraceous sienna. **Habitat** scattered to gregarious under conifers, especially white pine. Common. Found widespread throughout North America. **Season** July-November. **Edible** – good. **Comment** The cap color may be rather variable, but the glandular dots are a characteristic feature.

Objetivos

Objetivo General

Identificar las especies del género *Suillus* recolectadas en Guatemala y depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Objetivos Específicos

1. Describir las características macro y microscópicas de las especies del género *Suillus* depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.
2. Identificar las especies de *Suillus* en base a sus características macro y microscópicas y de asociación ecológica.
3. Determinar si existe alguna asociación entre especies de *Suillus* y especies de *Pinus* encontradas en Guatemala.

Metodología

Diseño

Población

Ejemplares de hongos depositados en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Muestra

Ejemplares de hongos del género *Suillus* depositados en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Técnicas a usar en el proceso de investigación

Recolección de datos

Se realizó una clasificación de los ejemplares en base a su año de recolecta, estado y boleta de datos.

Análisis de datos

Para describir las características macroscópicas se utilizaron boletas de colecta y fotografías. Se realizó un análisis y descripción macroscópica de:

- Píleo
- Anillo
- Estípite
- Himenio (tipo de poros, tamaño y color)
- Micelio basal
- Olor y sabor
- Cambio de coloración

El análisis microscópico se llevó a cabo utilizando el reactivo KOH y el colorante Rojo Congo para describir y medir:

- Esporas
- Basidios
- Cistidios
- Hifas terminales (pileipellis)

Para la identificación taxonómica se utilizaron guías europeas y americanas y las guías en línea: MushroomExpert.com y Boletales.com

Instrumentos para registro y medición de las observaciones

Se utilizaron los siguientes materiales y equipo de laboratorio:

- Claves de identificación taxonómica
- Estereoscopio
- Microscopio
- Cámara fotográfica
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Reactivo KOH
- Colorante Rojo Congo

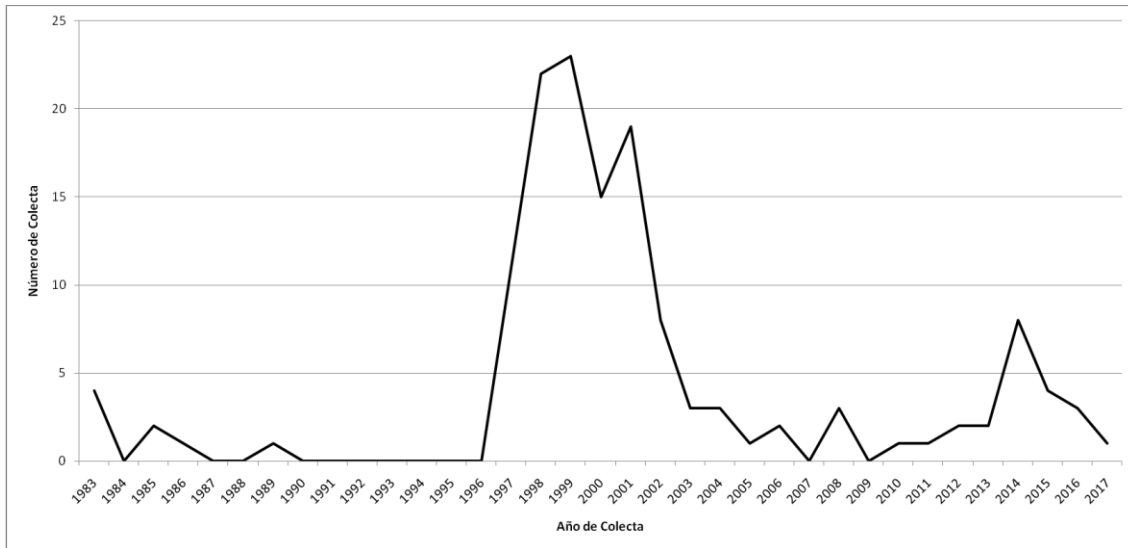
- Insumos y material de papelería (hojas, lápices, lapiceros, entre otros)
- Aguja de disección
- Pinzas
- Vidrios de reloj
- Goteros

Para el almacenamiento, análisis y de datos se utilizó:

- Cuaderno de laboratorio
- Computadora personal
- Software Microsoft Office Excel
- Software Microsoft Office Word

Resultados

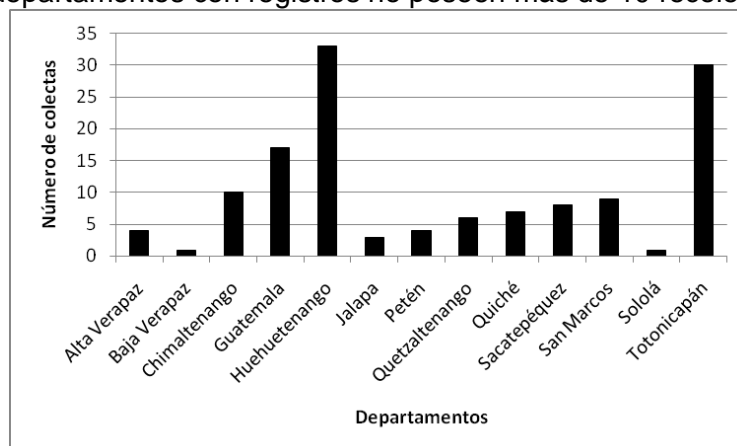
En la figura 1 se presenta la tendencia de las colectas del género *Suillus* depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG. Se observa un claro descenso de colectas en la primera mitad de la década del 2000, presentándose años en los que no se registran colectas. A partir de 2012 las colectas empiezan a aumentar de nuevo. Esto responde al interés de estudio de otros géneros y al desarrollo de otros proyectos.



Fuente: Base de Datos Registros Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Figura 1. Historial de colectas del género *Suillus* depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Las figuras 2 y 3 se presentan los departamentos de la república de Guatemala en los que se han registrado recolectas de ejemplares del género *Suillus*. El departamento con más recolectas es Huehuetenango con 33, seguido de Totonicapán con 30 y Guatemala con 17. Los demás departamentos con registros no poseen más de 10 recolectas.



Fuente: Base de Datos Registros Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Figura 2. Departamentos de colectas del género *Suillus* depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.



Fuente: Mapa realizado por José Pellecer, DIVA – GIS 7.5.0

Figura 3. Departamentos de recolectas del género *Suillus* depositadas en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta – MICG –.

Microscopía

Se presentan los resultados de microscopía para 25 ejemplares del género *Suillus*. Las medidas de esporas, basidios y cistidios se presentan en micras (μm). Las medidas reportadas son el promedio de 30 mediciones de cada una de las estructuras por ejemplar, según recomendaciones de Basso (2005).

Cuadro 1. Ejemplares analizados del género *Suillus* depositados en la Micoteca-MICG.

No	Registro	Especie	Departamento de Colecta
1	2850	<i>S. americanus</i>	Guatemala
2	3443	<i>S. americanus</i>	Huehuetenango
3	4148	<i>S. aff. bovinus</i>	Quiché
4	4147	<i>S. brevipes</i>	Quetzaltenango
5	4055	<i>S. aff. brevipes</i>	Petén
6	4825	<i>S. cothurnatus</i>	Guatemala
7	4890	<i>S. aff. cothurnatus</i>	Guatemala
8	5050	<i>S. aff. decipiens</i>	Guatemala
9	4047	<i>S. aff. decipiens</i>	Petén
10	5472	<i>S. granulatus</i>	Huehuetenango
11	3111	<i>S. aff. granulatus</i>	Guatemala
12	2673	<i>S. aff. granulatus</i>	Guatemala
13	5271	<i>S. aff. granulatus</i>	Sacatepéquez
14	-----	<i>S. aff. granulatus</i>	Sacatepéquez
15	4446	<i>S. aff. granulatus</i>	Sacatepéquez
16	4125	<i>S. aff. intermedius</i>	Guatemala
17	4121	<i>S. luteus</i>	Totonicapán
18	4031	<i>S. luteus</i>	Totonicapán
19	4132	<i>S. aff. luteus</i>	Totonicapán
20	3879	<i>S. aff. luteus</i>	Guatemala
21	4506	<i>S. tomentosus</i>	Baja Verapaz
22	3800	<i>S. tomentosus</i>	Guatemala
23	5440	<i>S. aff. tomentosus</i>	Huehuetenango
24	3302	<i>Suillus</i> sp.	Guatemala
25	4524	<i>Suillus</i> sp.	Jalapa

Fuente: Datos experimentales Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos-UBIOTAH.

Cuadro 2. Medidas de esporas de 25 ejemplares del género *Suillus*. Las esporas presentaron una media de 8,04 μm de largo x 3,11 μm de ancho, con diferencias de hasta 10,50 μm de largo y 3,5 μm de ancho.

Registro MICG	Especie	Largo	Ancho
2850	<i>S. americanus</i>	10,13	3,9
3443	<i>S. americanus</i>	10	3,4
4148	<i>S. aff. bovinus</i>	8,16	3,1
4147	<i>S. brevipes</i>	8,8	3
4055	<i>S. aff. brevipes</i>	7,5	3
4825	<i>S. cothurnatus</i>	7,6	3,03
4890	<i>S. aff. cothurnatus</i>	8,5	3
5050	<i>S. aff. decipiens</i>	8,7	3
4047	<i>S. aff. decipiens</i>	7	3,46
5472	<i>S. granulatus</i>	8,2	3,3
3111	<i>S. aff. granulatus</i>	7,76	3
2673	<i>S. aff. granulatus</i>	7,8	3
5271	<i>S. aff. granulatus</i>	7,7	3
-----	<i>S. aff. granulatus</i>	7,9	3,03
4446	<i>S. aff. granulatus</i>	7,03	2,76
4125	<i>S. aff. intermedius</i>	8,36	3
4121	<i>S. luteus</i>	7	3
4031	<i>S. luteus</i>	8,8	3
4132	<i>S. aff. luteus</i>	8,46	3
3879	<i>S. aff. luteus</i>	7,2	3
4506	<i>S. tomentosus</i>	8,66	3,26
3800	<i>S. tomentosus</i>	8,13	3,13
5440	<i>S. aff. tomentosus</i>	8,3	3,3
3302	<i>Suillus</i> sp.	7,7	3
4524	<i>Suillus</i> sp.	6,6	3,1

Fuente: Datos experimentales Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos.

Cuadro 3. Medidas de basidios de 25 ejemplares del género *Suillus*. El largo se encontró entre los 16-30 μm , entre 4-6 μm de ancho y esterigmas de 1-4 μm de largo. Todos los basidios resultaron tetraspóricos.

Registro MICG	Especie	Largo	Ancho	No. esterigma	Esterigma
2850	<i>S. americanus</i>	20,33	5,11	4	2
3443	<i>S. americanus</i>	19	5,23	4	2,1
4148	<i>S. aff. bovinus</i>	23,16	5	4	2,66
4147	<i>S. brevipes</i>	19,5	5	4	1,25
4055	<i>S. aff. brevipes</i>	14,6	5	4	1
4825	<i>S. cothurnatus</i>	19,75	4,12	4	3,87
4890	<i>S. aff. cothurnatus</i>	15,5	4,4	4	1,8
5050	<i>S. aff. decipiens</i>	21,87	4,12	4	2,87
4047	<i>S. aff. decipiens</i>	19,1	4,6	4	1,2
5472	<i>S. granulatus</i>	19,14	5,14	4	3,42
3111	<i>S. aff. granulatus</i>	22,075	4,51	4	3
2673	<i>S. aff. granulatus</i>	17	4,6	4	2,6
5271	<i>S. aff. granulatus</i>	18	4,25	4	1
-----	<i>S. aff. granulatus</i>	19,65	5,5	4	1,9
4446	<i>S. aff. granulatus</i>	16,28	3,5	4	1,5
4125	<i>S. aff. intermedius</i>	25	5	4	3,5
4121	<i>S. luteus</i>	18,56	5,1	4	2
4031	<i>S. luteus</i>	18,5	5	4	2
4132	<i>S. aff. luteus</i>	18,18	5,18	4	1,55
3879	<i>S. aff. luteus</i>	16	4,2	4	1,4
4506	<i>S. tomentosus</i>	23,2	5	4	2,9
3800	<i>S. tomentosus</i>	30,75	5,25	4	2,25
5440	<i>S. aff. tomentosus</i>	20	6,14	4	2,14
3302	<i>Suillus</i> sp.	22	4,75	4	2
4524	<i>Suillus</i> sp.	21,4	6,42	4	2

Fuente: Datos experimentales Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos.

Cuadro 4. Medidas de cistidios de 25 ejemplares del género *Suillus*. El largo se encontró entre los 10-50 μ , ancho entre 5-9 μ m y promedio de 25,48 μ m largo x 6,45 μ m ancho.

Registro	Especie	Largo	Ancho
2850	<i>S. americanus</i>	10,5	7
3443	<i>S. americanus</i>	11	7
4148	<i>S. aff. bovinus</i>	20,71	5
4147	<i>S. brevipes</i>	33,2	7,4
4055	<i>S. aff. brevipes</i>	20	5
4825	<i>S. cothurnatus</i>	29,75	6,37
4890	<i>S. aff. cothurnatus</i>	17,4	5,4
5050	<i>S. aff. decipiens</i>	15	5
4047	<i>S. aff. decipiens</i>	21	5,5
5472	<i>S. granulatus</i>	30	6
3111	<i>S. aff. granulatus</i>	30	5
2673	<i>S. aff. granulatus</i>	21,6	6
5271	<i>S. aff. granulatus</i>	27,33	6
-----	<i>S. aff. granulatus</i>	21,28	5,14
4446	<i>S. aff. granulatus</i>	35	6
4125	<i>S. aff. intermedius</i>	50,33	7,17
4121	<i>S. luteus</i>	18,6	5,5
4031	<i>S. luteus</i>	19,83	5,83
4132	<i>S. aff. luteus</i>	19,86	5,3
3879	<i>S. aff. luteus</i>	20	8
4506	<i>S. tomentosus</i>	24	8,66
3800	<i>S. tomentosus</i>	35,69	7,54
5440	<i>S. aff. tomentosus</i>	40	6,6
3302	<i>Suillus</i> sp.	44	8,8
4524	<i>Suillus</i> sp.	27,6	8

Fuente: Datos experimentales Unidad de Biodiversidad, Aprovechamiento y Tecnología de Hongos.

Descripción de ejemplares del género *Suillus* recolectados en Guatemala

1. *Suillus americanus*-MICG 2850

- **Microscopía:** basidiosporas de 9-11 x 3-5 μm (n=30, 10,13-3,9), helicoidales, fusiformes y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 15-24 x 5-6 (n=30, 20,33-5,11), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-4 μm largo (n=30, 2); cistidios del himenio 10-40 x 5-9 μm (n=30, 23,25-7), cilíndricos, lecitiformes, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo, otros de coloración verde.
- **Comestible.**
- **Localidad:** El Astillero, San Marcos.
- **Hospedero:** *Pinus* sp. (esta especie parece estar asociada únicamente a *P. ayacahuite* y *P. chapensis*).
- **Sin descripción macroscópica.**

2. *Suillus americanus*-MICG 3443

- **Microscopía:** basidiosporas de 10 x 3-4 μm (n=30, 10-3,4), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 18-20 x 5-6 (n=30, 19-5,23), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-2 μm (n=30, 2,1); cistidios del himenio 10-20 x 5-7 μm (n=30, 11-7), cilíndricos, lecitiformes, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo, otros de coloración verde.
- **Comestible.**
- **Localidad:** Todos Santos, Cuchumatán, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**



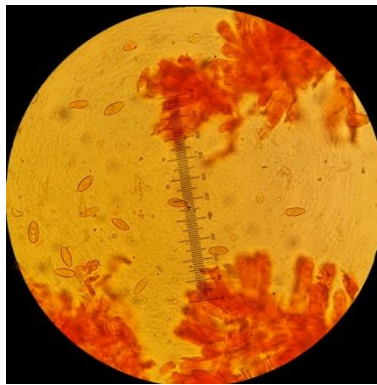
***Suillus americanus*:** Totonicapán, 17 de septiembre de 2012.

Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2012.



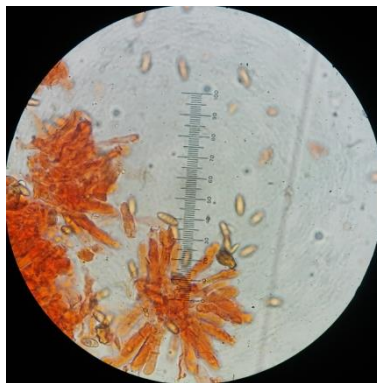
Suillus americanus

Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores.



Basidiosporas de *Suillus americanus*

Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías



Basidios y cystidios de *Suillus americanus*

Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

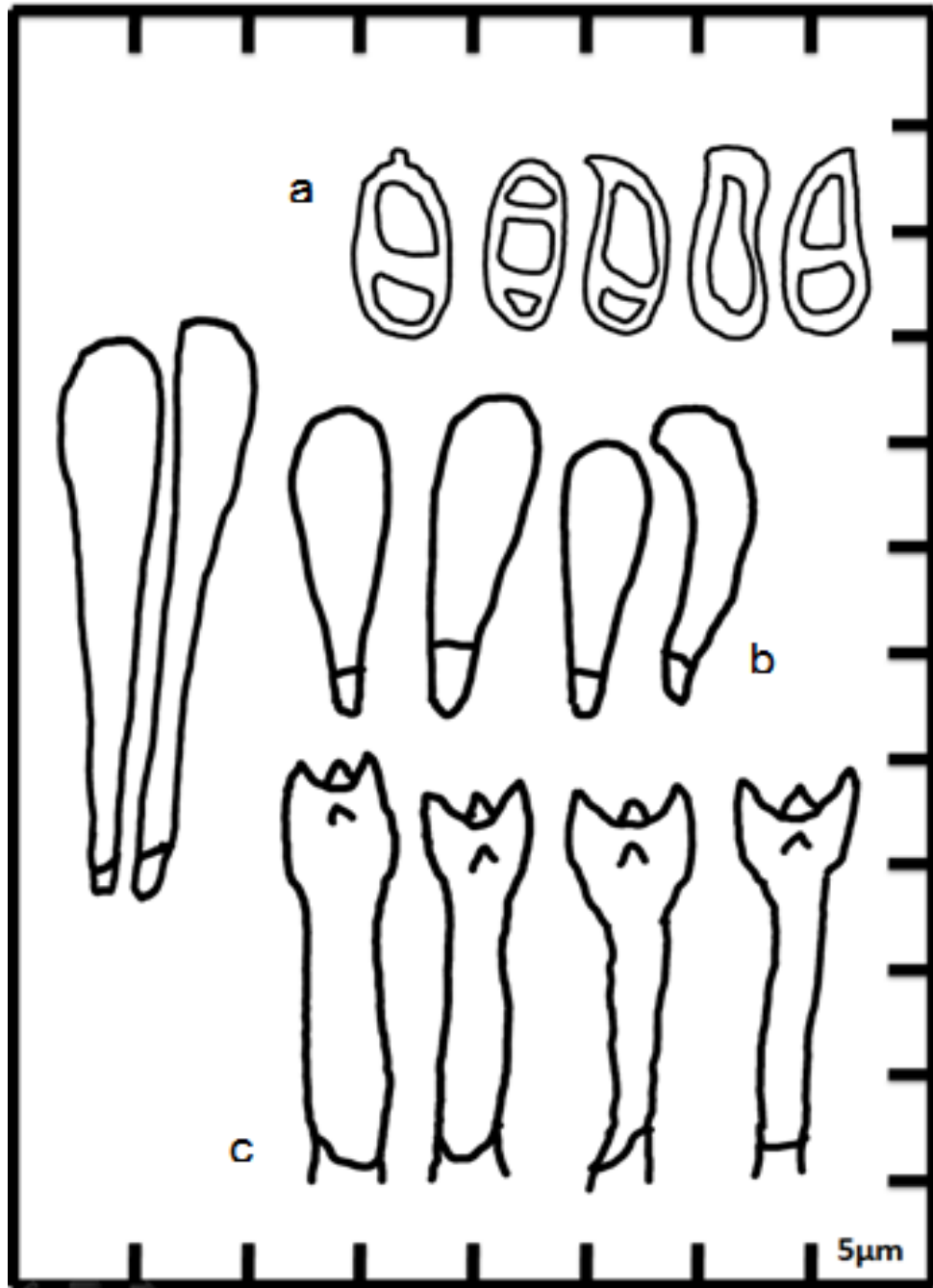


Figura 4. *Suillus americanus*. a. Basidiosporas; b. Cistidios c. Basidios

3. *Suillus aff. bovinus*-MICG 4148

- **Píleo:** convexo a casi plano – convexo, de superficie viscosa, margen decurvado a casi recto, borde entero a un poco lobado. Coloración beige (205, 200, 15y-20y) en jóvenes a amarillo rojizo en los adultos (75, 11-0, 26-33y), cutícula no desprendible. Contexto lleno, grosor de contexto hasta 21 mm, blanquecino que se mancha de gris con al contacto con el aire, de coloración beige bajo cutícula gruesa y elástica.
- **Himenio:** amarillo pálido en los poros (75, 70, 26y) a amarillo oliváceo (75, 200, 60y) y con tonos naranja a rojo en los más adultos (75, 41-500, 50y). Himenio boletinoide, poros 1/mm, laberintiformes, dentelados, subdecurrente; los poros se manchan con puntaciones rojizas. Tubos de hasta 4 mm de largo. Higrófano sobre el himenio de coloro amarillo – verdoso.
- **Estípite:** cilíndrico, recto a torcido, de 30 – 80 mm de largo y de 6 – 9 mm de diámetro, con una fina cubierta de puntaciones de color café rojizo sobre un fondo beige amarillento. Micelio basal rosado, las moteaduras llegan hasta la intersección de los tubos en el pie. Contexto fibriloso, satinado e higrófano, blanquecino en el ápice y amarillo intenso (45, 40, 50y) en la parte media y basal junto a un tono azul verdoso. Ejemplares con micelio basal rosado – naranja poseen un tono azul verdoso que es más notorio en la base.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-9 x 3-4 μm (n=30, 8,16-3,1), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 20-35 x 5-6 (n=30, 23,16-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-4 μm (n=30, 2,66); cistidios del himenio 15-50 x 3-5 μm (n=30, 28,21-5), helicoidales, tubiliformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo, los más grandes son gleiocistidios que tiñen verde o translúcidos.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Comestible.**
- **Localidad:** San Miguel Uspantán, Quiché.
- **Forma de crecimiento:** crece en parejas, en solitario o en pequeños grupos.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Reacciones químicas:**
 - FeCl₃:** contexto azul.
 - Melzer:** contexto verdoso, el azul se mantiene.
 - H₂SO₄:** naranja en contexto del píleo, pie y tubos del himenio.
 - KOH:** rosado – violeta en contexto del píleo, café en contexto del pie, tubos del himenio café – rojizo.
 - Fe₂(SO₄)₃:** grisáceo en contexto del píleo, estípite y tubos del himenio.



***Suillus* aff. *bovinus*:** Huehuetenango, 1999
Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 1999.



Basidiosporas de *Suillus* aff. *bovinus*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías



Basidios y Cistidios de *Suillus* aff. *bovinus*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

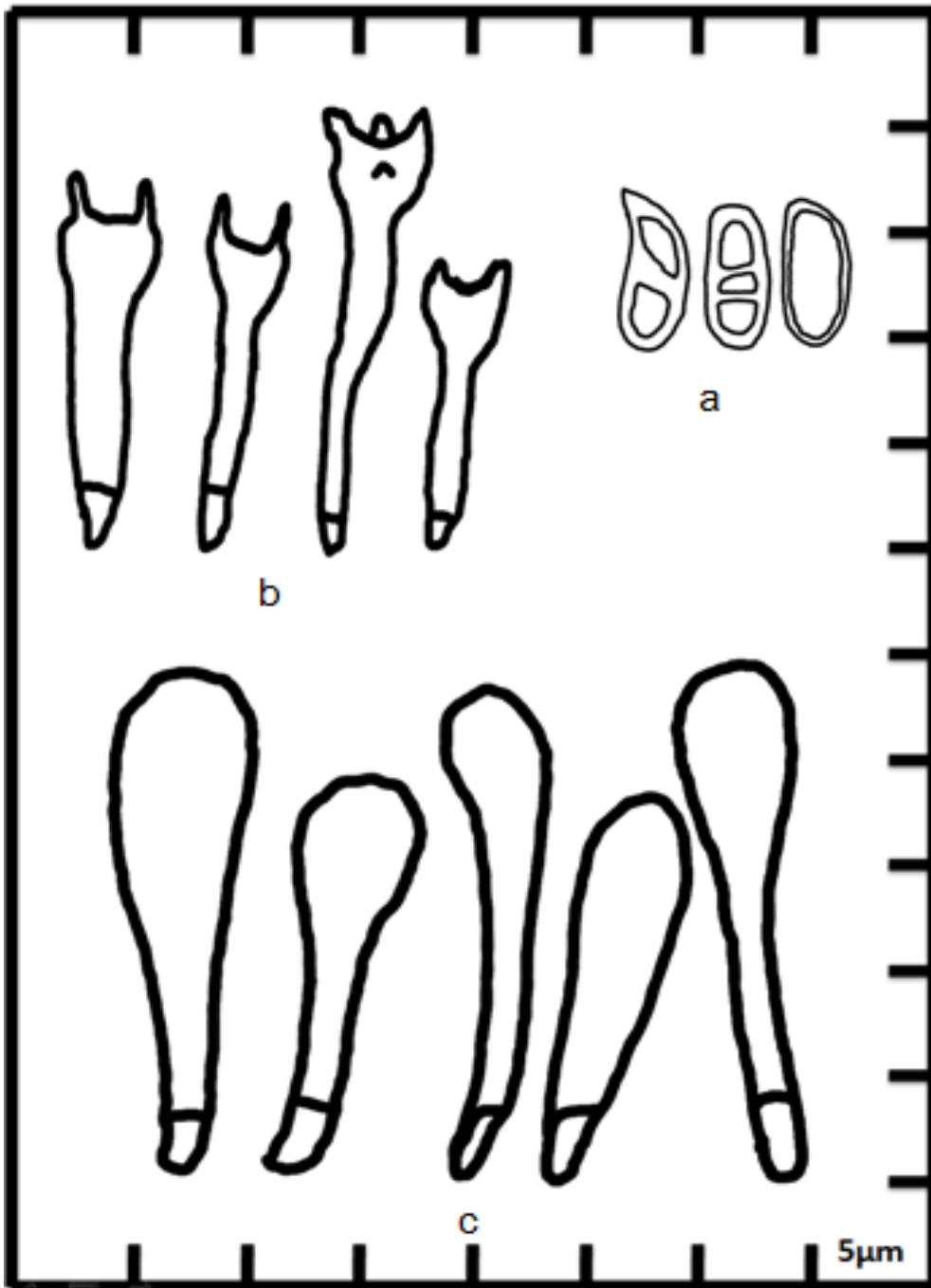


Figura 5. *Suillus* aff. *bovinus*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

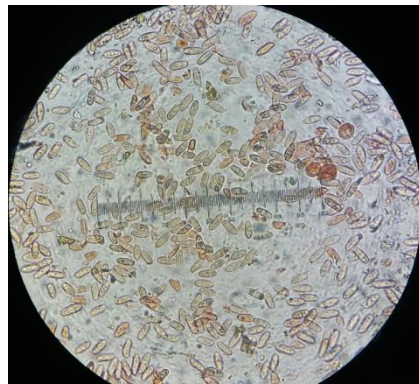
4. *Suillus brevipes*-MICG 4147

- **Píleo:** plano convexo con centro algo truncado, de 67 – 145 mm de diámetro, superficie fibrilosa radialmente, glutinosa en húmedo y viscosa en seco. Coloración café naranja ($7^{7/D}$). Margen recto, borde apendiculado entero a desgarrado ondulado, de 3 mm de grosor. Cutícula desprendible, contexto amarillo muy pálido ($1^{3/A}$). Contexto de 12 mm de grosor, color amarillo pálido en el margen y superior del estípite.
- **Himenio:** algo sinuado con poros pequeños redondeados 1/mm, alargados hacia el estípite, de coloración amarilla olivácea ($3^{5/B}$ a $4^{5/B}$). Tubos hasta 8 mm desprendibles, de 1 mm de diámetro.
- **Estípite:** cilíndrico un poco oblicuo de 25 a 43 mm de longitud, 13 mm de diámetro en el ápice y de 10 – 13 mm de diámetro en la base. Ápice amarillo con retículo, luego blanco y finalmente la base que se mancha de café violáceo con el maltrato. Superficie fibrilosa. Contexto lleno, blanco con una coloración amarilla ($2^{5/A}$) desde el ápice hasta la mitad. Contexto se torna beige – rosado al contacto con el aire.
- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3 μ m (n=30, 8,8-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 18-23 x 4-6 (n=30, 19,5-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-2 μ m (n=30, 1,25); cistidios del himenio 10-34 x 5-8 μ m (n=30, 33,2-7,4), helicoidales, tubiliformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Olor:** dulce y afrutado.
- **Sabor:** dulce y afrutado.
- **No es comestible.**
- **Localidad:** Cerro el Baúl, Quetzaltenango.
- **Forma de crecimiento:** crece en grupos.
- **Hospedero:** *Pinus pseudostrobus*
- **Reacciones químicas:**
 - H₂SO₄:** contexto del píleo amarillo – naranja, contexto del estípite amarillo fuerte.
 - NaOH:** contexto del píleo torna a violeta – café, contexto del estípite torna a violeta pálido, tubos del himenio tornan a color café.
 - KOH:** contexto del píleo torna a violeta – café, contexto del estípite torna a violeta pálido, tubos del himenio tornan a color café.
 - FeCl₃:** contexto y tubos del himenio tornan a gris azulado y oscurecen.
 - Fe(SO₄)₃:** contexto grisáceo y tubos del himenio color café.
 - Melzer:** negativo.
 - Guayacol:** negativo.

5. *Suillus aff. brevipes*-MICG 4055

- **Píleo:** plano convexo, de 40 a 83 mm de diámetro, margen decurvado a recto, borde ondulado, superficie viscosa, fibrilosa, de color amarillo mostaza ($5^{4/B}$), que se oscurece de ($7^{6/D}$) y color naranja ($7^{6/C}$). Cutícula desprendible, contexto amarillo claro bajo la cutícula, algo anaranjado ($4^{3/A}$) a ($5^{3/A}$) con zonas higrófanas. Contexto blanco y esponjoso.
- **Himenio:** de 17 mm de grosor, de color amarillo – verde oliváceo ($4^{7/B-C}$) que se mancha de color café rojizo ($7^{8/E}$). Poros alargados, subdecurrentes, de hasta 8 mm de largo y 1 – 1,2 mm de diámetro, desprendibles.

- **Estípite:** fibriloso, compacto, higrófono, de coloración amarillo – verdoso (4^{5/B}) que se mancha de café rojizo en las fibras hasta un color (7^{8/E}) y zonas rojizas (8^{8/E}). Ensanchado en el ápice 17 mm de diámetro y de 35 – 60 mm de largo. Cilíndrico, algo atenuado y torcido en la base, la base con coloración café oscura (8^{4/F}) pero con zonas amarillas (4^{5/A}). Contexto fibroso, color beige amarillento (4^{4/F}) que se mancha a rojizo (7^{6/E}) en la orilla y café oscuro (7^{5/F}) en la base.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-8 x 3 μm (n=30, 7,5-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 14-15 x 5 μm (n=30, 14,6-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1μm (n=30, 1); cistidios del himenio 15-35 x 5μm (n=30, 20-5), helicoidales, tubiliformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo, los más grandes son gleocistidios 25 x 5 μ que tiñen verde o translúcidos.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** fúngico algo ácido.
- **Localidad:** Petén, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus caribaea*.
- **Reacciones químicas:**
 - FeSO₄:** contexto del píleo y tubos del himenio grisáceos con tonos verde claro (1^{4/D}).
 - Melzer:** negativo.
 - H₂SO₄:** negativo.
 - KOH:** contexto del píleo rosado y se torna gris, en tubos del himenio es rojo vino (10^{0/F}) y en contexto de estípite es rosado – grisáceo (10^{8/E}).
 - NH₄OH:** tubos del himenio rojo vino (10^{8/E-F}), contexto píleo con orilla naranja rosado (7^{4/A}).



Basidiosporas de *Suillus brevipes*

Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

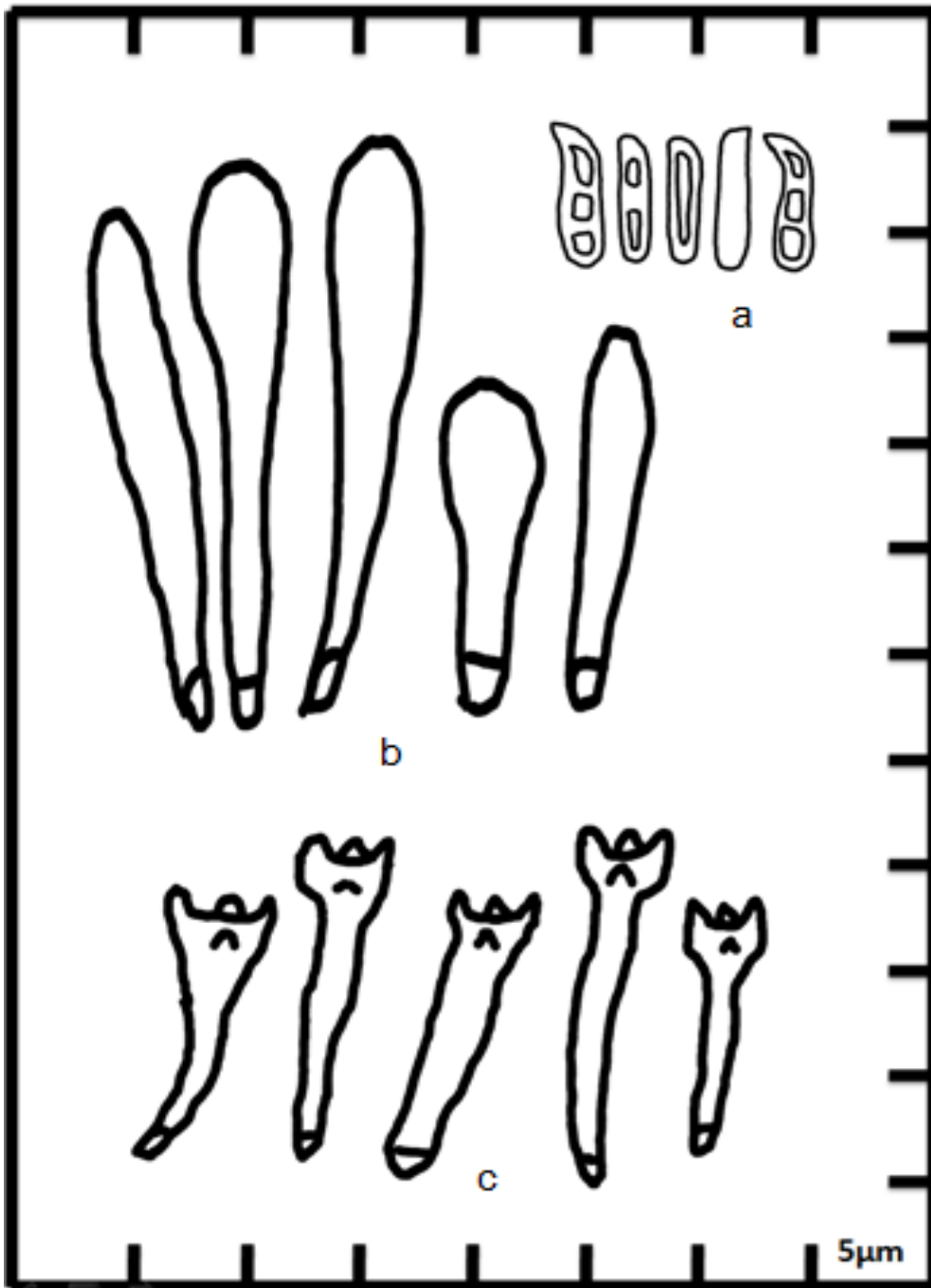


Figura 6. *Suillus brevipes*. a. Basidiosporas; b. Cistidios c. Basidios

6. *Suillus cothurnatus*-MICG 4825

- **Píleo:** convexo a plano convexo, de 40 – 80 mm de diámetro, superficie viscosa a subglutinosa en húmedo, con capa mucilaginosa que recubre superficie fibrilosa radialmente. Coloración naranja – amarillenta ($N_{20}Y_{70}M_{40}$) a naranja oscuro ($N_{20}Y_{50}M_{80}$), con tonos amarillo – beige ($N_{10}Y_{70}M_{20-30}$) que se aclaran al ser expuestos al sol y aire. Cutícula desprendible, debajo contexto amarillento pálido. Borde ondulado – decurvado a recto y desganado – apendiculado en algunas secciones. Contexto amarillo hacia el himenio y más claro hacia la cutícula, lleno carnoso, con línea higrófana.
- **Himenio:** subdecurrente, de coloración amarillo pálido ($N_{00}Y_{20}M_{00}$) que cambia a amarillo oliváceo ($N_{10}Y_{80}M_{20}$) a café oliváceo ($N_{30}Y_{80}M_{40}$) y café oscuro. Poros angulares, pequeños, de 1-2/mm, dentelados y algunos laberintiformes, tubos de hasta 8 mm de largo.
- **Estípite:** central, grueso, de 7 – 12 mm de diámetro, superficie rigulosa. Anillo pegajoso en el extremo apical que puede desaparecer al contacto con la lluvia. De coloración amarillo pálido en el ápice y beige en el resto. Contexto lleno, fibriloso y carnoso, de coloración amarilla en el ápice y en el resto blanquecino – amarillento – naranja, que se intensifica con el tiempo. Restos larvales de color rojizo – vináceo. Con puntuaciones en el ápice.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-9 x 3-4 μm (n=30, 7,6-3,03), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH; basidios 19-20 x 4-5 μm (n=30, 19,75-4,12), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 3-4 μm (n=30, 3,87); cistidios del himenio 20-30 x 5-7 μm (n=30, 29,75-6,37), cilíndricos, en forma de mazo, otros con ápice puntiagudo, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo otros son transparentes.
- **Olor:** fúngico.
- **Sabor:** fúngico y ligeramente dulce.
- **Localidad:** San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- **Reacciones químicas:**
 - HCl:** tubos del himenio color amarillo naranja.
 - H₂SO₄:** contexto del píleo y tubos del himenio color amarillo y cutícula coloración café.
 - KOH:** en el contexto del píleo color rosado que cambia a gris, en tubos del himenio color gris que cambia a café oscuro y en cutícula coloración café.
 - NaOH:** contexto del píleo coloración rosado naranja que cambia a gris, tubos del himenio color café grisáceo y cutícula color café.

7. *Suillus aff. cothurnatus*-MICG 4890

- **Píleo:** convexo a plano convexo, de 55 – 80 mm de diámetro, superficie viscosa en fresco y húmeda a elástica en seco. Coloración café claro – salmón ($N_{20}Y_{70}M_{40-50}$) y beige naranja ($N_{20}Y_{60}M_{40}$). Se observan fibrillas radiales de color café especialmente hacia el margen. Borde ondulado – decurvado a recto y desganado – apendiculado, colgante o adherido a la cutícula. Algunas partes comidas por insectos muestran contexto amarillo. Cutícula desprendible, gruesa y elástica, dejando el contexto expuesto de color amarillo pálido. Contexto de hasta 12 mm de grosor, de coloración más amarillenta hacia el himenio y más blanquecina hacia la cutícula.
- **Himenio:** recto a subdecurrente, poros amarillos oliváceos a mostaza, pequeños de 1-2/mm en ejemplares adultos que se manchan de color café,

mostaza y rojizo a la presión, poros dentelados y algo alargados. Tubos cortos de hasta 5 mm de largo y de 1 mm de diámetro, interior oliváceo.

- **Estípite:** atenuado en la base y torcido en la misma. Ápice en la superficie finamente reticulada (parte del himenio) de color amarillo y el resto es prunoso – fibriloso, de coloración beige y café – vináceo en la base. Se observan restos pegados de anillo en el ápice. Contexto fibriloso elástico de coloración beige a un poco rosa (N₂₀Y₃₀M₃₀).
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-12 x 3-4 µm (n=30, 8,5-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH; basidios 14-20 x 3-5µm (n=30, 15,5-4,4), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-2µ (n=30, 1,8); cistidios del himenio 13-20 x 5-7 µm (n=30, 17,4-5,4), lecitiformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Localidad:** San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- **Reacciones químicas:**
 - NH₄OH:** contexto de píleo cambia de coloración rosada a grisácea, contexto de estípite cambia de grisácea a rosada, tubos del himenio cambian de coloración naranja a rosada y cutícula cambia a coloración rosada.
 - HCl:** tubos del himenio color amarillo naranja.
 - H₂SO₄:** contexto del píleo y tubos del himenio color amarillo.
 - KOH:** contexto del píleo coloración rosado que cambia a gris, tubos del himenio color café y cutícula color café.
 - NaOH:** contexto del píleo coloración rosado que cambia a gris, tubos del himenio color café – naranja y cutícula color café.



***Suillus cothurnatus* (S. aff. salmonicolor)**

Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2017.

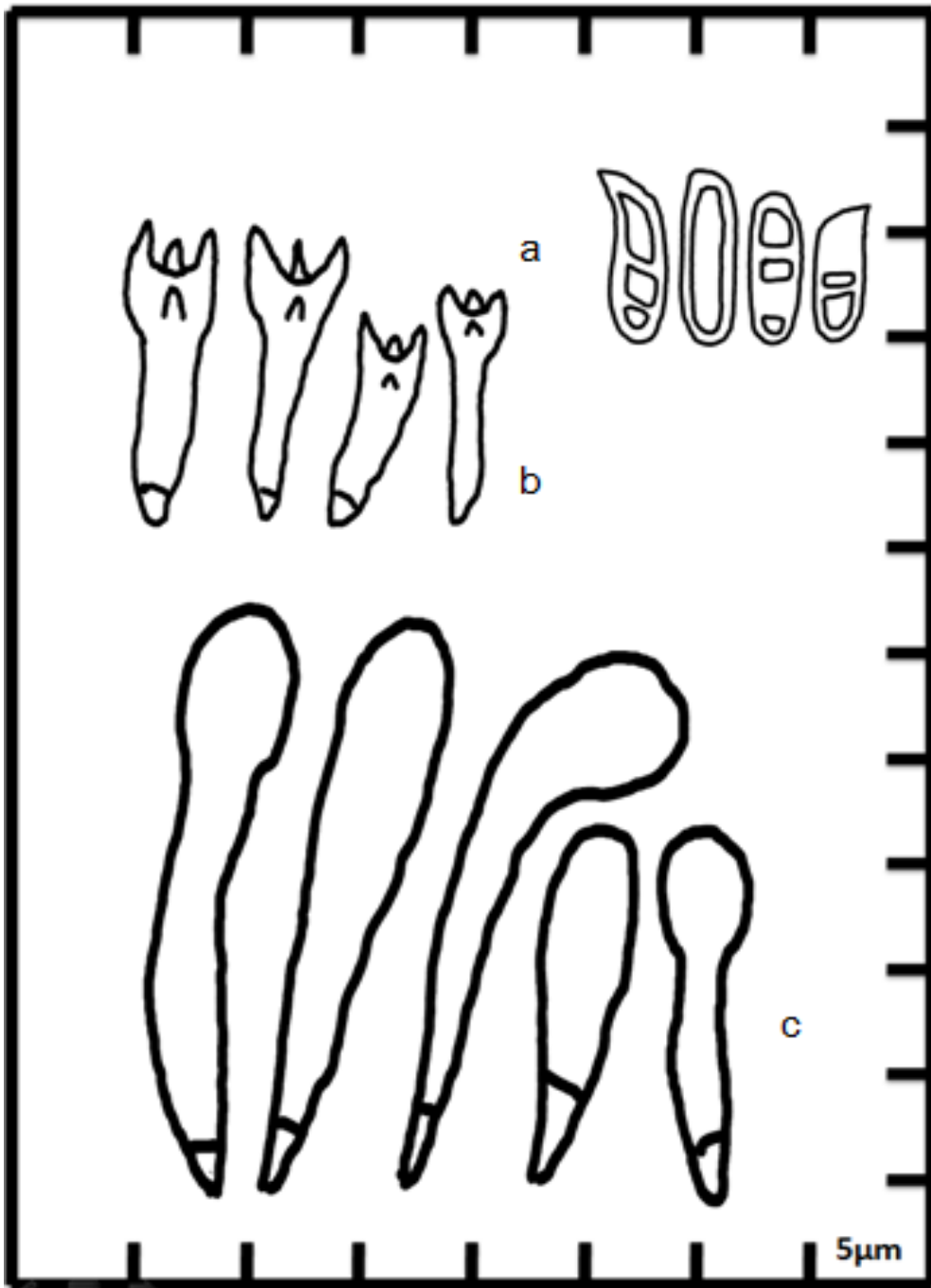


Figura 6. *Suillus cothurnatus*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

8. *Suillus aff. decipiens*-MICG 5050

- **Píleo:** convexo a plano – convexo en los más adultos, de superficie viscosa. De coloración café oscura en los jóvenes a café clara ($S_{41}O_{50}Y_{26}$) en los más adultos.
- **Himenio:** blanquecino en los más jóvenes a amarillento claro en los adultos ($N_{00}Y_{20}M_{00}$), se mancha de café con el tiempo y al contacto. Poros pequeños 2/mm, angulares.
- **Estípite:** cilíndrico, central y un poco torcido en la base. De coloración blanquecina en el ápice que se torna café suave de manera gradual hasta la base. Presenta restos de anillo de coloración café oscura en la parte más apical.
- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3 μm (n=30, 8,7-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 15-25 x 4-6 μm (n=30, 21,87-4,12), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-3 μ (n=30, 2,87); cistidios del himenio 15-55 x 5 μm (n=30, 15,5), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Mercado de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

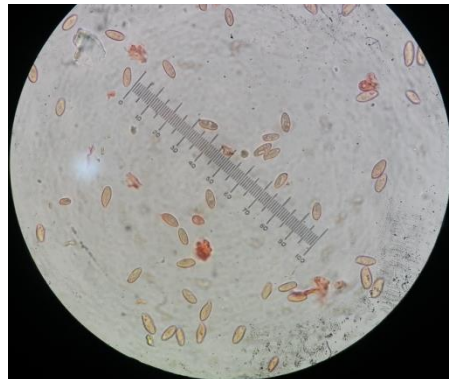
9. *Suillus aff. decipiens*-MICG 4047

- **Píleo:** plano convexo, de 40 a 63 mm de diámetro, margen recto, borde ondulado, superficie viscosa, cutícula no desprendible, color beige –naranja ($4-5^{3/A}$) a ($5^{4/A}$) y agrupaciones de fibrillas rojizas en falsas escamas radialmente ($8^{7/F}$). Contexto de consistencia porosa y cartilaginosa, de coloración beige –naranja ($4-5^{3/A}$) en los más adultos y beige ($5^{4/B}$) en los más jóvenes.
- **Himenio:** de coloración café amarillenta ($5^{6/A}$) que se oscurece a ($7^{7/F}$). Los poros alargados de 1 mm de ancho y 1,5 – 2 mm de largo, convergentes hacia el estípite, adnados a subdecurrentes, los poros mayores abarcan de 2 a 3 tubos. Tubos no desprendibles. Zona higrófana sobre el himenio.
- **Estípite:** de 35 a 51 mm de largo y atenuado en el ápice y ensanchado en la base, de 8 – 9 mm de diámetro en el ápice y de 12 – 17 mm de diámetro en la base. Coloración amarilla ($5^{6/B}$) en el ápice y con manchas rojizas ($10^{8/E-F}$). Reticulado, presencia de un anillo fibriloso que se deshace fácilmente. Gránulos pequeños café en los ejemplares adultos, restos del estípite fibriloso compacto, higrófano, de coloración naranja ($6^{6/A}$) que se tiñe de café ($8^{7/F}$) con el tacto y maltrato, la base permanece de coloración naranja. Contexto de color amarillo ($4^{5/A}$) con base ($5^{6/A}$), zonas higrófonas, fibrilosas en el estípite y el píleo sobre el himenio.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-9 x 3-4 μm (n=30, 7-3,46), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 19-25 x 4-6 μm (n=30, 19,1-4,6), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-2 μm (n=30, 1,2); cistidios del himenio 20-24 x 5-6 μm (n=30, 21-5,5), helicoidales, tubiliformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo, los más grandes son gleiocistidios que tiñen verde o translúcidos.
- **Olor:** fúngico.
- **Sabor:** afrutado, algo ácido.
- **Forma de crecimiento:** crece en grupos.
- **Localidad:** Las Flores, Poptún, Petén, Guatemala.

- **Hospedero:** *Pinus caribaea*.
- **Reacciones químicas:**
 - FeSO₄:** contexto de estípite torna gris verdoso (6 ²/_F) y algo gris verdoso en tubos del himenio.
 - H₂SO₄:** tubos del himenio toman a coloración naranja oscura (7 ⁸/_C), el contexto del píleo se torna beige – grisáceo (7 ³⁻⁴/_D).
 - KOH:** tubos del himenio y canales larvales toman a café rojizo oscuro, acentúa color de ladrillo (7 ⁶/_C) a (7 ⁷/_D) en el contexto del estípite en un minuto.
 - NH₄OH:** contexto del píleo cambia de naranja (6 ⁷/_A) a gris claro, contexto del estípite de color (8⁵/_B) y poros de coloración oscura.



***Suillus* aff. *decipiens*:** Mercado de San Juan Sacatepéquez, 24 de septiembre de 2015.
Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2015.



Basidiosporas de *Suillus* aff. *decipiens*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

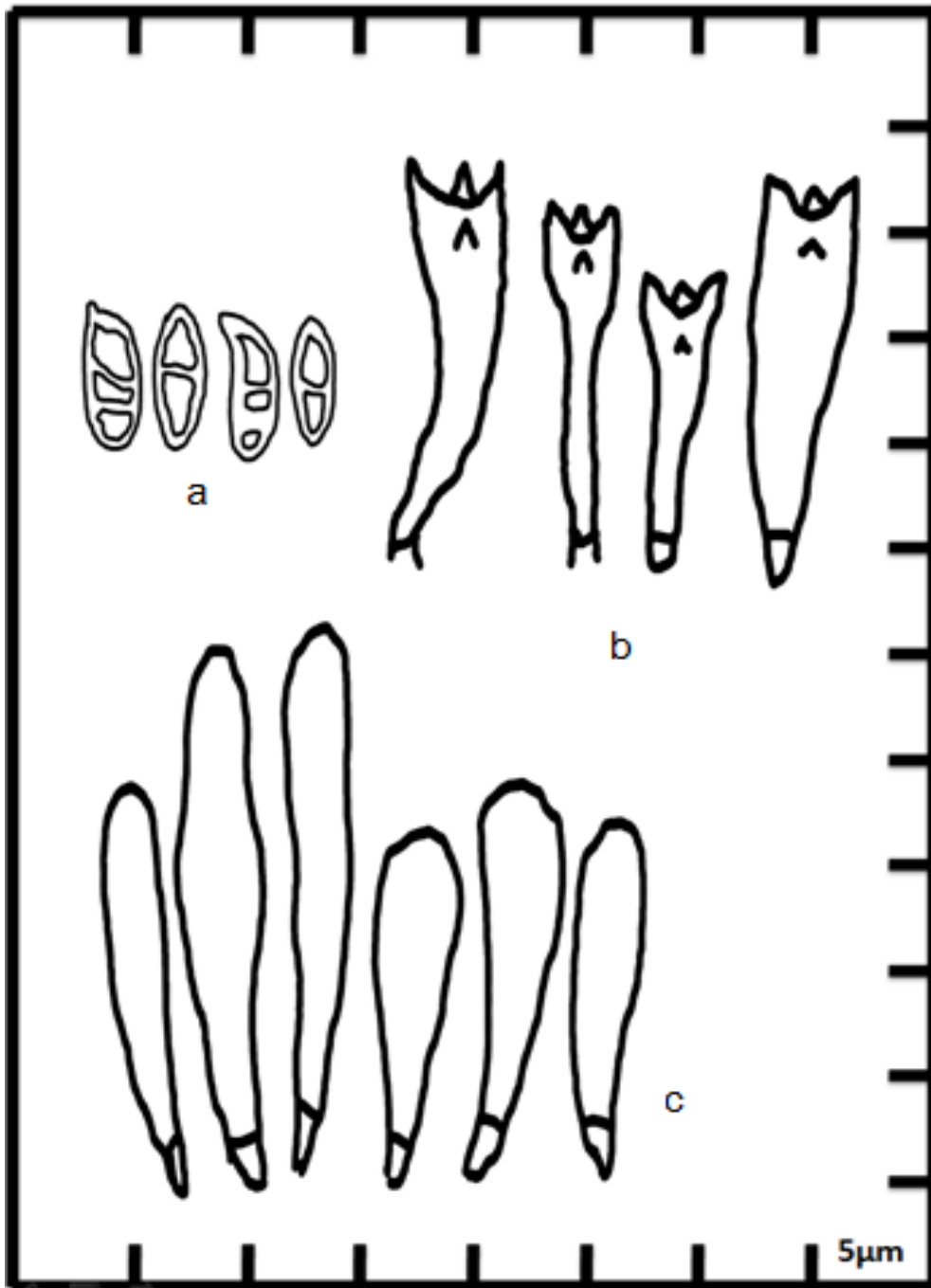


Figura 7. *Suillus decipiens*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

10. ***Suillus granulatus*-MICG 5472**

- **Píleo:** convexo a plano – convexo en los más adultos, de superficie viscosa. De coloración café claro ($S_{41}O_{50}Y_{26}$) en jóvenes y adultos, con manchas de café más oscuro en todo el píleo. Margen recto, borde desgarrado. Contexto amarillento a blanquecino.
- **Himeno:** amarillento ($N_{00}Y_{20}M_{00}$), se mancha de café con el tiempo y al contacto. Poros pequeños 2/mm, angulares, de coloración rosa – naranja.
- **Estípite:** cilíndrico, central y un poco torcido en la base. De coloración blanquecina en el ápice que se torna café suave de manera gradual hasta la base. Micelio basal blanco. Con puntuaciones glandulares de coloración oscura.
- **Microscopía:** basidiosporas de 8-10 x 3-4 μ (n=30, 8,2-3,3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 17-20 x 5-6 (n=30, 19,14-5,14), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-4 μ m (n=30, 3,42); cistidios del himenio 20-45 x 5-10 (n=30, 30-6), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Altopino
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

11. ***Suillus* aff. *granulatus*-MICG 3111**

- **Microscopía:** basidiosporas de 7-10 x 3 μ m (n=30, 7,76-3), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 10-33 x 3-5 μ m (n=30, 22,075-4,51), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, algunos presentaron una sola espora, esterigmas 1-5 μ m (n=30, 3); cistidios del himenio 30-75 x 5-10 μ m (n=30, 30-5), cilíndricos, otros con ápice puntiagudo, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo otros son verdes, gleocistidios de mayor tamaño y traslúcidos.
- **Localidad:** Cerro E. V., Huehuetenango.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

12. ***Suillus* aff. *granulatus*-MICG 2673**

- **Microscopía:** basidiosporas de 7-9 x 3 μ m (n=30, 7,8-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 15-19 x 4-5 μ m (n=30, 17-4,6), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-5 μ m (n=30, 2,6); cistidios del himenio 20-43 x 5-8 μ m (n=30, 21,6-6,6), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

13. ***Suillus* aff. *granulatus*-MICG 5271**

- **Píleo:** convexo a plano convexo, de 95 – 104 mm de diámetro, superficie mucilaginoso de textura fibrilosa radialmente. Margen recto, con borde excedente desgarrado. De coloración café clara ($S_{41}O_{50}Y_{26}$) a café mostaza ($S_{33}O_{61}Y_{90}$) en adultos. Cutícula desprendible. Contexto blanquecino hacia la cutícula y amarillento hacia el himenio con manchas café a café rojizo en canales larvales, los canales larvales hasta 14 mm de longitud.

- **Himenio:** recto a subdecurrente, de coloración amarillo claro (S₀₄O₀₀Y₆₀) a grisáceo (S₁₅O₁₁Y₆₀). Poros muy pequeños de 2-3/mm en adultos, con forma circular a ovalada. Tubos hasta 4 mm de longitud y hasta 0,5 mm de diámetro.
- **Estípite:** clavado recto a un poco torcido, de 11 – 96 mm de longitud, de coloración amarilla en el ápice, blanquecino en la parte media y beige hacia la base (S₀₀O₀₂Y₄₁) en los mayores. Con puntuaciones de color café cerca del ápice. Superficie fibrilosa, particularmente hacia la base. Contexto blanquecino con manchas café a café rojizo en canales larvales.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-8 x 3 µm (n=30, 7,7-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 15-19 x 3-5 µm (n=30, 18-4,25), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1µm (n=30, 1); cistidios del himenio 18-34 x 5-8µm (n=30, 27,33-6), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Parque Florencia, Sacatepéquez.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

14. *Suillus* aff. *granulatus*-MICG 4446

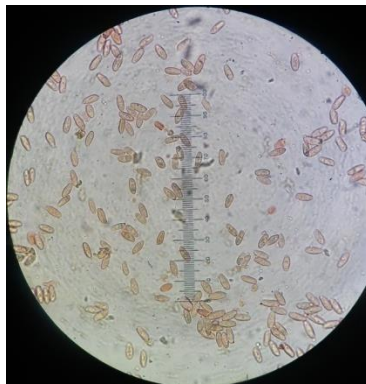
- **Píleo:** de 80 – 100 mm de diámetro, convexo a plano – convexo, de superficie viscosa, margen decurvado, de coloración naranja suave con manchas más oscuras, rojas y parduzcas.
- **Himenio:** amarillo pálido en los poros (75, 70, 26y) que se tiñe amarillo rojizo al contacto y en los más adultos (75, 11-0, 26-33y). Poros angulares.
- **Estípite:** cilíndrico y central, algo torcido en la base. De coloración amarillo pálido en la parte apical (75, 70, 26y) que se torna de coloración café pálido en la parte basal. Posee puntuaciones color café a lo largo de todo el estípite, en su mayoría en la parte apical.
- **Microscopía:** basidiosporas de 6-8 x 2-3 µm (n=30, 7,03-2,76), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 11-18 x 3-5 (n=30, 16,28-3,5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-4µm (n=30, 1,5); cistidios del himenio 35-40 x 6-7 µm (n=30, 35-6), cilíndricos, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo otros son verdes, gleocistidios de mayor tamaño y traslúcidos.
- **Comestible.**
- **Localidad:** Parque Florencia, Sacatepéquez.
- **Forma de crecimiento:** crece en parejas.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

15. *Suillus* aff. *granulatus*-MICG -----

- **Microscopía:** basidiosporas de 7-9 x 3-4 µm (n=30, 7,9-3,3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 14-24 x 4-6 µm (n=30, 19,65-5,65), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-3µm (n=30, 1,9); cistidios del himenio 19-25 x 5-6 µm (n=30, 21,28-5,14), helicoidales, tubiliformes, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Parque Florencia, Sacatepéquez.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**



Suillus granulatus: Parque Florencia, 27 de octubre de 2016.
Se presenta la asociación del hongo con *Chroogomphus*.
Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2016.



Basidiosporas de *Suillus granulatus*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías



Basidios y cistidios de *Suillus granulatus*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

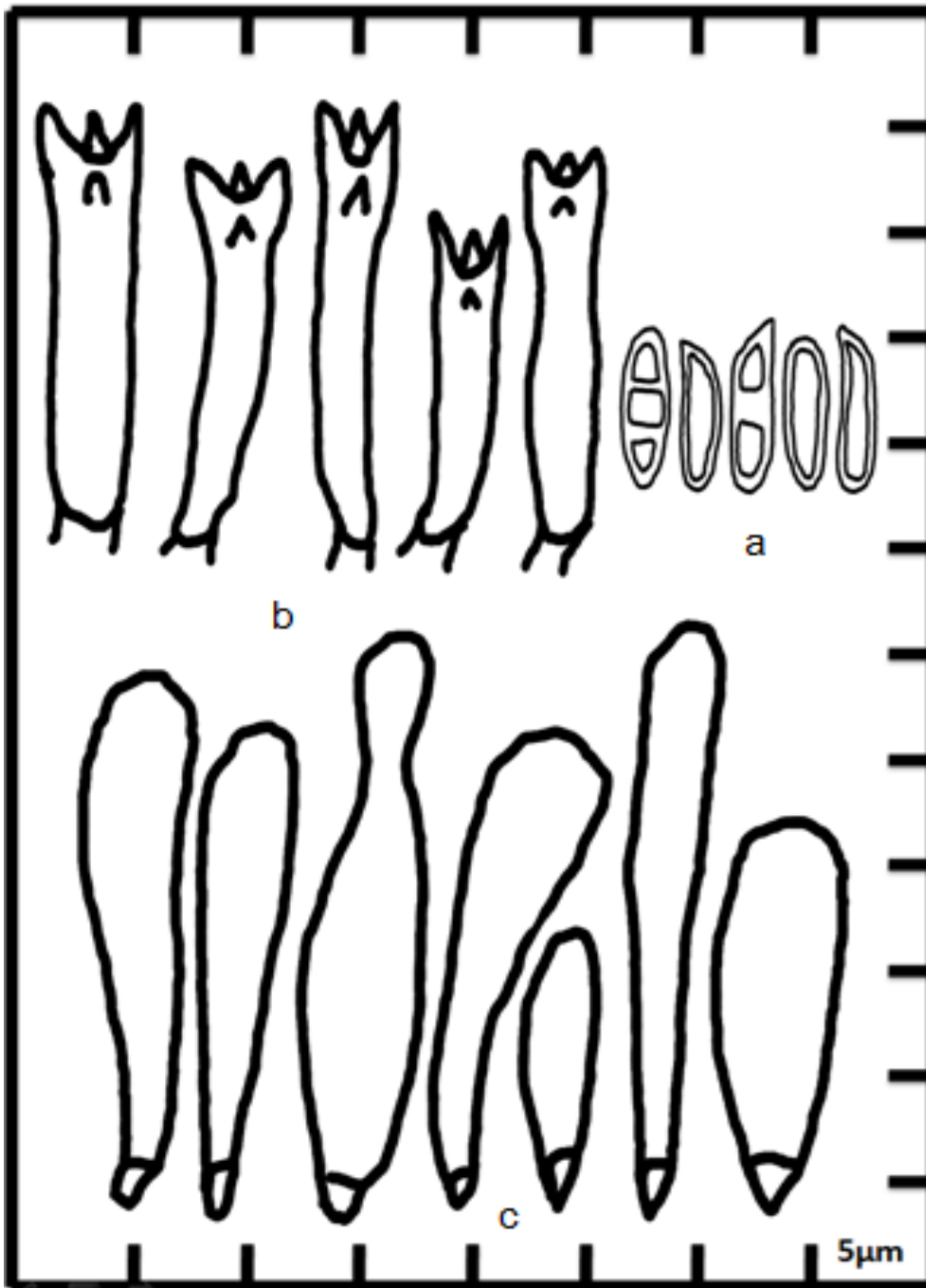


Figura 8. *Suillus granulatus*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

16. ***Suillus aff. intermedius*-MICG 4125**

- **Píleo:** convexo a plano convexo, de 20 – 60 mm de diámetro, superficie lisa, viscosa a subglutinosa. Margen decurvado a casi recto, borde ondulado, apendiculado. Cutícula no desprendible. Superficie en los adultos es fibrilosa radialmente, un tanto parecida a *Suillus americanus*. Coloración naranja – rosado pálido (S₁₅O₄₄Y₄₁) que se mancha de café naranja (S₂₆O₅₀Y₄₁; S₄₁O₅₀Y₄₁; S₆₀O₅₀Y₄₁) y torna café oscuro en las zonas aéreas con la presencia de manchas en los más maduros. Contexto amarillo – naranja pálido y ápice manchado de gris en el centro.
- **Himenio:** amarillo oliváceo, poros alargados, dentelados, laberintiformes, los más grandes hacia el estípote, 1/mm y 2/mm en el margen. Subdecurrente a un poco sinuado. Velo tomentoso blanco en el interior próximo al himenio. En los más jóvenes cubierto de un velo membranoso, glutinoso, de color blanquecino (fibriloso en lo blanco) pero hialino en la incisión con el píleo. Finamente tomentoso y blanco en la incisión con el estípote. Se observa que las puntaciones están presentes en el estípote antes que se rompa el velo. El velo se oscurece a beige rosado en los más adultos. Se mancha a café verdoso con la presión. Tubos pálidos de hasta 1 mm de diámetro y de 6 mm de largo.
- **Estípote:** al cilíndrico, torcido en la base, superficie fibrilosa pero con gruesas moteaduras de café rojizo desde el ápice hasta casi la mitad del pie, el resto fibriloso. De 35 – 60 mm de longitud y de 6 – 8 mm de diámetro, algo atenuado en la base. Micelio basal abundante de coloración naranja pálido. De coloración café – salmón con beige a café rojizo. Contexto lleno, manchado de negruzco en los canales larvales, de coloración naranja intenso que se oscurece con el aire.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-10 x 3 µm (n=30, 8,36-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 25 x 5µm (n=30, 25-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 3-4µm (n=30, 3,5); cistidios del himenio 40-65 x 6-9µm (n=30, 50,33-7,17), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo; otros gleocistidios 50 x 7µm, de coloración verde y apariencia traslúcida.
- **Olor:** afrutado y dulce.
- **Sabor:** dulce, algo ácido.
- **Localidad:** Aldea Cruz Blanca, San Juan Sacatepéquez.
- **Hospedero:** *Pinus maximinoi*.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** negativo.
 - HCl:** contexto torna a púrpura.
 - KOH:** contexto torna a púrpura.

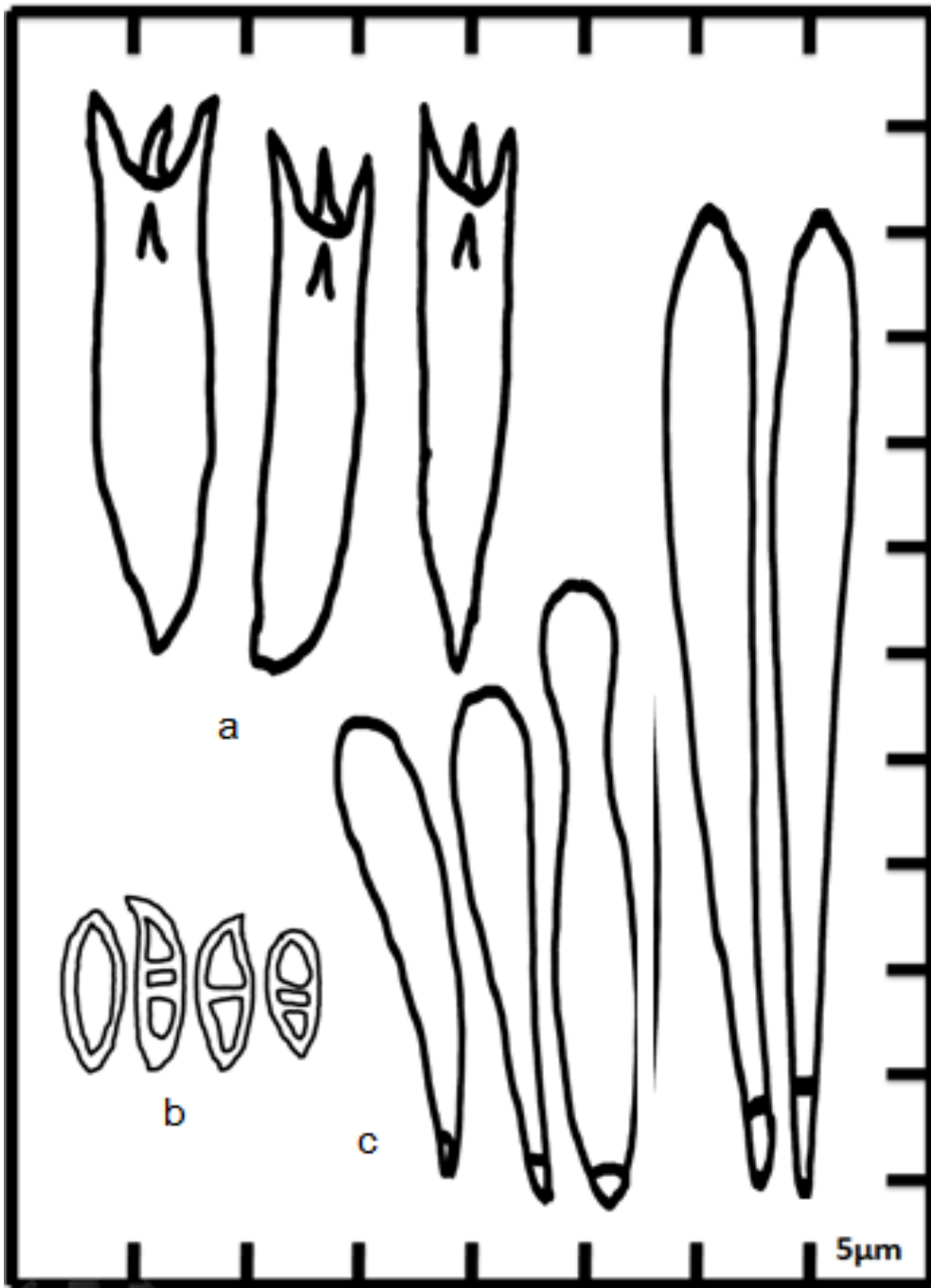


Figura 9. *Suillus* aff. *intermedius*. a. Basidios; b. Basidiosporas c. Cistidios

17. ***Suillus luteus*-MICG 4121**

- **Píleo:** de convexo a plano convexo, de 40 – 90 mm de diámetro, superficie glutinosa con fibrillas radiales, margen recto, borde incurvado. Cutícula desprendible, de coloración café – naranja ($7^{5/C}$) en el centro y naranja ($7^{5/B}$) en la orilla. El color se torna más pálido naranja ($7^{3/A}$) en adultos. Contexto de color amarillo ($3^{2/A}$), de consistencia carnosa – esponjosa suave.
- **Himenio:** de coloración amarillo – oliváceo ($7^{7/B}$) en jóvenes y ($4^{3/B}$) en adultos, que se manchan de café ($6^{8/F}$) en las partes maltratadas. El himenio se encuentra cubierto por un velo parcial en ejemplares jóvenes. Tubos subadheridos, isodiamétricos, de 10 mm de altura, 2-3 poros/mm, desprendibles.
- **Velo parcial:** superficie viscosa, fibrilosa, de coloración naranja ($7^{3/A}$) que se torna café ($7^{7/F}$). Interior liso o con marca de la esporada.
- **Estípite:** cilíndrico, de 40 – 45 mm de longitud, de 10 – 12 mm de diámetro en el ápice y de 9 – 11 mm de diámetro en la base; superficie lisa, en el ápice y finamente escamosa en adultos. Ápice de color amarillo ($7^{6/E}$) y la parte media amarilla ($3^{2/A}$), base de color café ($7^{7/F}$). Contexto amarillo ($3^{2/A}$) que se mancha de café ($7^{5/F}$) en partes maltratadas. Anillo evidente que presenta una coloración púrpura y presenta puntuaciones glandulares.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7 x 3 μm (n=30, 7-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 18-19 x 5-6 μm (n=30, 18,56-5,1), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2 μm (n=30, 2); cistidios del himenio 17-25 x 5-7 μm (n=30, 18,6-5,5), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Panquix, Totonicapán.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

18. ***Suillus luteus*-MICG 4031**

- **Píleo:** plano convexo, de 60 – 85 mm de diámetro, superficie viscosa. Margen decurvado a recto. Borde apendiculado a desganado con restos del velo. De coloración café naranja ladrillo ($7^{6/E}$) en los más naranjas y ($7^{5/C}$) en los más claros. Superficie finamente fibrilosa radialmente y algo glutinoso. Cutícula desprendible con contexto amarillo pálido bajo ella, grosor de 14 mm, de color amarillo verdoso pálido en los bordes.
- **Himenio:** algo sinuado de color amarillo oliváceo ($4^{4/A}$ - $4^{4/B}$). Poros pequeños, redondos 1-2/mm, algunos laberintiformes, algo dentelados. Tubos hasta 6 mm de largo, delgados de 0.5 mm de diámetro, desprendibles.
- **Velo y anillo:** de color blanquecino del lado del himenio que a la orilla se torna violeta negruzco y glutinoso. De color beige a lila en el lado del estípite.
- **Estípite:** cilíndrico de 40 – 60 mm de largo, algo atenuado en el ápice y de color amarillo muy pálido ($2^{3-4/A}$) y con pequeñas puntuaciones café antes del anillo, luego de color beige fibriloso. La base con tono rosado y micelio rizomorfo blanco. Contexto lleno, blanquecino, fibroso carnoso, con canales larvales de color café rojizo.
- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3 μm (n=30, 8,8-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 18-19 x 5 μm (n=30, 18,5-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2 μm (n=30, 2);

cistidios del himenio 17-26 x 5-6µm (n=30, 19,83-5,83), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.

- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Localidad:** Tecún, Totonicapán.
- **Hospedero:** *Pinus ayacahuite* y *P. rudis*.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** negativo.
 - H₂SO₄:** tono amarillo fuerte en tubos.
 - KOH:** contexto torna a púrpura.
 - NaOH:** rosado púrpura en contexto y café en tubos.
 - FeCl₃:** verde azulado en el píleo, gris verdoso en el estípite y café gris en tubos.
 - Fe(SO₄)₃:** gris verdoso en contexto de estípite, gris verdoso en contexto de píleo, café en tubos.

19. ***Suillus luteus*-MICG 4132**

- **Píleo:** de convexo a plano convexo, de 40 – 90 mm de diámetro, superficie glutinosa con fibrillas radiales, margen recto, borde incurvado. Cutícula desprendible, de coloración café – naranja (7^{5/C}) en el centro y naranja (7^{5/B}) en la orilla. El color se torna más pálido naranja (7^{3/A}) en adultos. Contexto de color amarillo (3^{2/A}), de consistencia carnosa – esponjosa suave.
- **Himenio:** de coloración amarillo – oliváceo (7^{7/B}) en jóvenes y (4^{3/B}) en adultos, que se manchan de café (6^{8/F}) en las partes maltratadas. El himenio se encuentra cubierto por un velo parcial en ejemplares jóvenes. Tubos subadheridos, isodiamétricos, de 10 mm de altura, 2-3 poros/mm, desprendibles.
- **Velo parcial:** superficie viscosa, fibrilosa, de coloración naranja (7^{3/A}) que se torna café (7^{7/F}). Interior liso o con marca de la esporada.
- **Estípite:** cilíndrico, de 40 – 45 mm de longitud, de 10 – 12 mm de diámetro en el ápice y de 9 – 11 mm de diámetro en la base; superficie lisa, en el ápice y finamente escamosa en adultos. Ápice de color amarillo (7^{6/E}) y la parte media amarilla (3^{2/A}), base de color café (7^{7/F}). Contexto amarillo (3^{2/A}) que se mancha de café (7^{5/F}) en partes maltratadas. Anillo evidente que presenta una coloración púrpura y presenta puntuaciones glandulares.
- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3 µm (n=30, 8,46-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 15-20 x 5-6µm (n=30, 18,18-5,18), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-2 µm (n=30, 1,55); cistidios del himenio 19-21 x 5-6 µm (n=30, 19,86-5,3), lecitiformes, helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Localidad:** Aldea Panquix, Totonicapán.
- **Hospedero:** *Pinus ayacahuite*.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** negativo.
 - H₂SO₄:** tono amarillo fuerte en tubos.
 - KOH:** tiñe de café oscuro los tubos, de café rojizo el contexto y de café la superficie del estípite.

NaOH: tiñe de café oscuro los tubos, de café rojizo el contexto y de café la superficie del estípite.

FeCl₃: negativo.

20. *Suillus* aff. *luteus*-MICG 3879

- **Píleo:** convexo a plano convexo, con centro alzado, de 40 – 70 mm de diámetro, con superficie viscosa glutinosa en los más jóvenes a seca elástica en los adultos expuestos al sol. En humedad es viscoso. De coloración café – grisácea (N₇₀Y₆₀M₆₀) con algunas zonas amarillentas en los más jóvenes, cambia a café – naranja (M₅₀Y₈₀M₆₀) en los maduros, en humedad hasta decolorarse a amarillo mostaza (N₃₀Y₉₀M₄₀). Cutícula elástica y desprendible, margen decurvado a recto apendiculado excedente, de 1 mm de ancho. Contexto amarillo pálido que se mancha un poco de color salmón al contacto. Color amarillo citrino y línea verdosa sobre el himenio. Centro blanquecino
- **Himenio:** recto a un poco sinuado con poros pequeños de 1 – 2 mm de diámetro de color naranja – rosado pálido en los más jóvenes (M₀₀Y₅₀M₂₀) que cambia a amarillo – mostaza (M₂₀Y₆₀M₃₀) a amarillo oliváceo (N₂₀Y₈₀M₃₀) hasta un café oliváceo (N₅₀Y₉₀M₄₀). Tubos de hasta 6 mm de longitud y menores a 1 mm de diámetro.
- **Estípite:** cilíndrico a torcido en la parte media, de 40 – 70 mm de longitud por 7 – 8 mm de diámetro, a veces un poco más amplio en la base, micelio basal blanco y se mancha en la base de un color salmón. El ápice de coloración amarillenta a amarillo – citrino en los adultos, posee puntaciones naranja pálido a café oscuro con la edad. Contexto lleno, fibroso, satinado, de coloración blanquecino – amarillento. Canales larvales amarillo – mostaza a café y gris verdoso en la unión del micelio basal. Anillo grisáceo con coloración púrpura.
- **Microscopía:** basidiosporas de 7-8 x 3 µm (n=30, 7,2-3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 13-19 x 3-5µm (n=30, 16-4,2), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-3µm (n=30, 1,4); cistidios del himenio 20-70 x 5-9 µm (n=30, 20,8), helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Localidad:** Mixco, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.

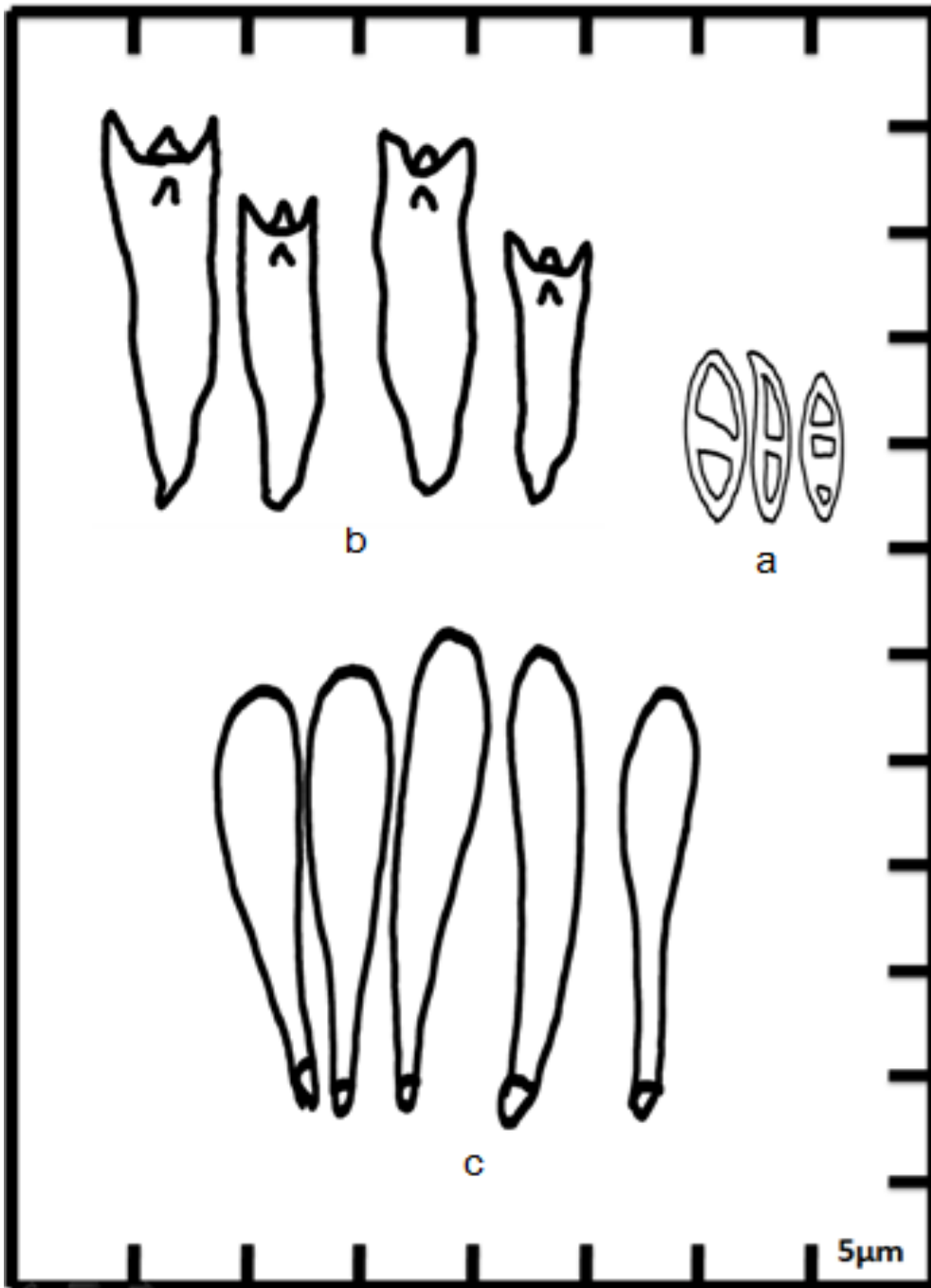


Figura 8. *Suillus luteus*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

21. ***Suillus tomentosus*-MICG 4506**

- **Microscopía:** basidiosporas de 8-10 x 3-4 μm (n=30, 8,66-3,26), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 19-32 x 4-7 μm (n=30, 23,2-5), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-7 μm (n=30, 2,9); cistidios del himenio 20-58 x 5-10 μm (n=30, 24-8,66), cilíndricos, lecitiformes, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo otros son verdes, gleocistidios de mayor tamaño de color verde y otros traslúcidos.
- **Localidad:** Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

22. ***Suillus tomentosus*-MICG 3800**

- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3-4 μm (n=30, 8,13-3,13), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 18-30 x 5-6 μm (n=30, 75-5,25), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-3 μm (n=30, 2,25); cistidios del himenio 10-35 x 5-8 μm (n=30, 35,69-7,54), cilíndricos, lecitiformes, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo, otros de coloración verde.
- **Localidad:** Finca Alta Vista, Mixco, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

23. ***Suillus aff. tomentosus*-MICG 5440**

- **Microscopía:** basidiosporas de 8-9 x 3-4 μm (n=30, 8,3-3,3), helicoidales, y subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, otras pocas de coloración rojiza; basidios 17-28 x 5-8 μm (n=30, 20-6,14), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2-3 μm (n=30, 2,14); cistidios del himenio 35-60 x 5-7 μm (n=30, 40-6,6), helicoidales, tiñen de color rojo en Rojo Congo.
- **Localidad:** Altopino.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**



Suillus tomentosus: CEMPRO, 6 de octubre de 2016
Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2016.



Suillus tomentosus: Tonicapán, junio de 2015
Fuente: Fotografía tomada por Roberto Flores, 2016.



Basidios y cystidios de *Suillus tomentosus*
Fuente: Fotografía tomada por Camilo Carías

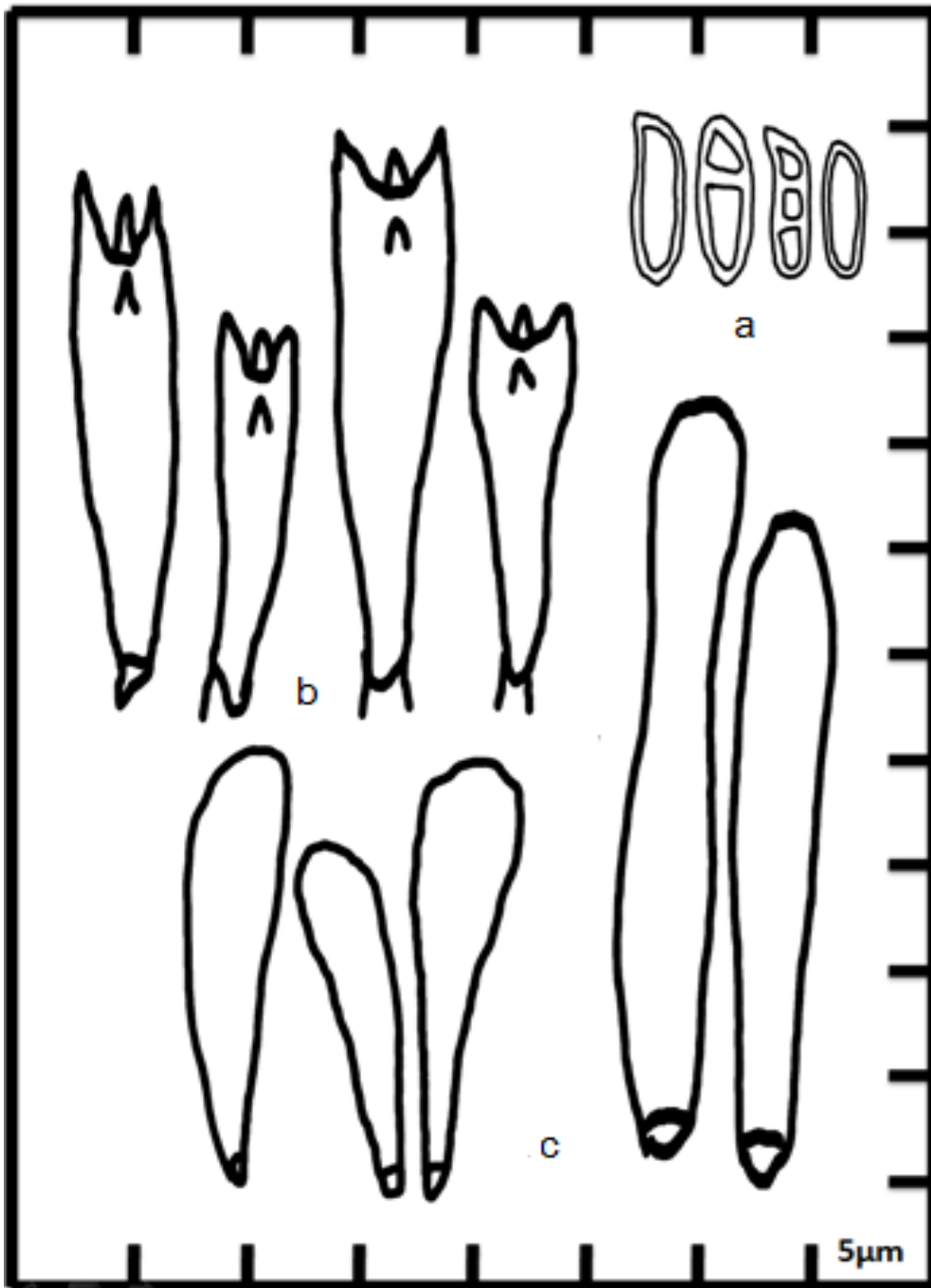


Figura 9. *Suillus tomentosus*. a. Basidiosporas; b. Basidios c. Cistidios

24. ***Suillus* sp.-MICG 3302**

- **Microscopía:** basidiosporas de 6-9 x 3µm (n=30, 7,7-3), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 20-23 x 4-5 µm (n=30, 22-4,75), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 2µm (n=30, 2); cistidios del himenio 32-56 x 6-10µm (n=30, 44-8,8), cilíndricos, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo otros son transparentes.
- **Localidad:** Tecpán, Chimaltenango, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

25. ***Suillus* sp.-MICG 4524**

- **Microscopía:** basidiosporas de 6-8 x 3-4 µm (n=30, 6,6-3,1), helicoidales a subfusiformes, de coloración verde grisácea en Rojo Congo y KOH, algunas pocas de coloración café; basidios 16-30 x 6-9µm (n=30, 21,4-6,42), clavados, tetraspóricos, tiñen de color rojo en Rojo Congo, esterigmas 1-4µm (n=30, 2); cistidios del himenio 21-38 x 6-10 µm (n=30, 27-8), cilíndricos, algunos tiñen de color rojo en Rojo Congo, gleocistidios de mayor tamaño de color verde o traslúcidos.
- **Localidad:** Aldea Arloroma, Jalapa, Guatemala.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Sin descripción macroscópica.**

26. ***Suillus* aff. *granulatus*-MICG 4122**

- **Píleo:** plano convexo, margen decurvado, borde apendiculado, superficie viscosa glutinosa, cutícula desprendible, de coloración naranja – ladrillo ($7 \frac{7}{E}$), radialmente con aparentes mechones. Contexto amarillo pálido ($1 \frac{3-4}{A}$), fibroso esponjoso, de 17 mm de grosor. Coloración rosa grisácea bajo cutícula en la parte central.
- **Himeno:** subdecurrente, de color beige oliváceo ($5 \frac{5}{C}$) en los adultos. Poros grandes de 1mm de diámetro, angulares, dentados, laberintiformes, radiales, con abundantes puntuaciones blancas y manchas rojizas en los tubos. Tubos de hasta 6 mm de longitud y 1 mm de diámetro, desprendibles, zona higrófana sobre himenio.
- **Estípite:** cilíndrico, de 70 mm de longitud y 14 – 15 mm de diámetro en el ápice, algo atenuado en la porción terminal de la base, superficie fibrilosa con pequeñas puntuaciones café rojizas casi imperceptibles en el ápice. Contexto lleno, de color café rojizo y café en la base, con micelio algo rosado.
- **Esporada:** café ($6 \frac{5}{B-F}$)
- **Forma de crecimiento:** crece en parejas. .
- **Localidad:** San Mateo Ixtatán, Huehuetenango.
- **Hospedero:** *Pinus rudis* y *P. hartwegii*.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** negativo.
 - NaOH:** grisáceo en el contexto y negruzco en tubos del himenio.
 - H₂SO₄:** naranja en tubos del himenio.
 - KOH:** grisáceo en el contexto y negruzco en tubos del himenio. .
 - FeSO₄:** gris verdoso – azulado en el contexto del píleo.
 - FeCl₃:** gris verdoso – azulado en el contexto del píleo.
- **Sin descripción microscópica.**

27. ***Suillus aff. tomentosus*-MICG 4143**

- **Píleo:** plano convexo de 50 – 70 mm de diámetro, margen recto y borde entero y/o algo ondulado, superficie viscosa en húmedo, formando pequeños mechones más obvios hacia el borde. De coloración beige rojiza ($S_{15}O_{26}Y_{33}$) con manchas colora café claro ($S_{50}O_{41}Y_{26}$). Cutícula desprendible, contexto beige bajo ella y el resto amarillo pálido. Contexto viejo se mancha de café rosa, en jóvenes se torna beige rosado. Al contacto se mancha de azul pálido.
- **Himenio:** adnado a algo sinuado con el pie. Poros boletinoides de 1/mm, alargados, dentelados, laberintiformes, de color amarillo opaco en los adultos y de color amarillo pálido en los más jóvenes. Tubos de hasta 3 mm de longitud y 1 mm de diámetro, se manchan de azul con el contacto.
- **Estípite:** algo atenuado en el ápice, de 9 – 12 mm de diámetro, de 23 – 45 mm de longitud, superficie con puntuaciones de color rojizo a café rojizo sobre un fondo de color beige amarilleno. En los jóvenes con contorno amarillo naranja pálido, luego amarillo y finalmente amarillo y beige. Base fibrilosa, con micelio compacto de coloración rosa – blanquecino. Contexto de coloración amarillo – naranja, canales larvales de color rosado.
- **Forma de crecimiento:** crece en pequeños grupos.
- **Hospedero:** *Pinus* sp.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** verde en tubos del himenio.
 - H₂SO₄:** rosa – naranja en tubos del himenio.
 - KOH:** café – púrpura en tubos del himenio, algo rosado en el contexto.
 - FeSO₄:** gris y verde oscuro en tubos del himenio.
 - FeCl₃:** gris y verde oscuro en tubos del himenio.
 - Guayacol:** rosado en el contexto.
- **Sin descripción microscópica.**

28. ***Suillus aff. tomentosus*-MICG 4058**

- **Píleo:** plano convexo, margen recto, borde decurvado, superficie viscosa con mechones fibrilosos de color café ($9^{5/F}$) en un fondo beige. Cutícula desprendible, con contexto amarillo muy pálido, casi blanquecino bajo ella. Contexto de 13 mm de grosor, de color amarillo con tonos naranja muy suaves. Se mancha levemente de morado al contacto.
- **Himenio:** subdecurrente, con tubos de hasta 5 mm de largo; poros laberintiformes y algo dentelados. De coloración beige mostaza ($5^{5/E}$) y manchas pequeñas en los poros.
- **Estípite:** cilíndrico, de 50 mm de largo, levemente atenuado en la base. Superficie amarilla ($4^{4/A}$) en la parte superior, luego blanquecina y finalmente con tonos rosados hacia la base ($6^{2-3/A}$). En el ápice restos de retículo con pequeñas manchas de color café rojizo. Contexto fibroso, carnoso y lleno, de coloración amarillo – naranja pálido.
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Forma de crecimiento:** crece en parejas. .
- **Localidad:** Chuipec, Panquix, Tonicapán.
- **Hospedero:** *Pinus rudis* y *P. ayacahuite*.
- **Reacciones químicas:**
 - Melzer:** coloración verde en contexto del estípite y en tubos del himenio.

NaOH: coloración salmón en contexto y café rojizo en tubos del himenio.

H₂SO₄: amarillo mostaza en tubos del himenio.

KOH: coloración salmón en contexto y café rojizo en tubos del himenio.

Fe₂(SO₄)₃: coloración café en tubos del himenio.

FeCl₃: oscurecimiento en tubos del himenio.

- **Sin descripción microscópica.**

29. *Suillus* aff. *decipiens*-MICG 4034

- **Píleo:** convexo, de 35 mm de diámetro, superficie viscosa, margen recto, borde entero.
- **Himeno:** poros 2/mm, tubos de color amarillo – oliváceo, adnados subyacentes, con puntuaciones oscuras en algunos puros.
- **Estípite:** cilíndrico, de 40 mm de longitud, 4 mm de diámetro en el ápice y 3 mm de diámetro en la base (algo más ancho en el ápice), con puntuaciones oscuras sobre restos de anillo fibriloso de color amarillo – rosado (5⁵/_D) y de color (6⁴/_C) en la superficie media con puntuaciones oscuras. Micelio rosa (7³/_D)
- **Olor:** afrutado.
- **Sabor:** afrutado.
- **Localidad:** Poptún, Petén.
- **Hospedero:** *Pinus caribaea*.
- **Sin descripción microscópica.**



***Suillus* sp.:** San Marcos, 17 de septiembre de 2012.

Discusión de Resultados

Suillus cothurnatus, *S. decipiens* y *S. salmonicolor*

Una de las principales diferencias entre *S. decipiens* y *S. salmonicolor* es la presencia de puntuaciones glandulares y anillo en el estípite. El caso de *S. decipiens* no posee puntuaciones glandulares en el estípite y ocasionalmente posee un anillo frágil; contrario, *S. salmonicolor* presente evidentes puntuaciones glandulares en el estípite de coloración café – rojizo oscuro y que se van haciendo más oscuras conforme el ejemplar se hace más maduro. Además, *S. salmonicolor* presenta un anillo de coloración blanquecina a naranja (Kuo, 2007; Kuo, 2016).

Para Norteamérica se reporta que la identidad del hospedero y la distribución geográfica es determinante para la identificación de las tres especies. Tanto para *S. decipiens* como *S. cothurnatus* existe una preferencia de asociación con *Pinus taeda* y otros pinos de 3 acículas (ocasionalmente 2). En cambio, *S. salmonicolor* se asocia con pinos de 2, 3 y hasta 5 acículas como lo son *P. banksiana*, *P. virginiana* y *P. rigida*. Geográficamente *S. decipiens* y *S. cothurnatus* distribuyen en el sureste de Estados Unidos, mientras que *S. salmonicolor* distribuye en el noreste de Estados Unidos (Kuo, 2007; Kuo, 2008; Kuo, 2010; Kuo, 2016).

Tradicionalmente el clado *salmonicolor* (*S. subluteus*, *S. cothurnatus* y *S. salmonicolor*) se caracteriza por presentar estípites delgados, un anillo persistente, grueso y baboso, y el contexto del estípite de color salmón (Halling, 1983, p. 80). A partir de análisis de espaciador transcribible externo (ITS, por sus siglas en inglés) se obtuvo que para el clado *salmonicolor* *S. cothurnatus* y *S. salmonicolor* consisten en sinónimos. Así mismo, si ambas especies representan el mismo taxón *S. salmonicolor* representaría el nombre científico más viejo. No obstante, la falta de secuencias de ambas especies no permite sustentar dicha hipótesis (Nguyen, Vellinga, Bruns & Kennedy, 2016, pp. 1219 y 1220).

Los ejemplares identificados como *S. cothurnatus* y *S. aff. cothurnatus* fueron colectados en San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala pero la identidad de los hospederos es desconocida. Los ejemplares de *S. cothurnatus* presentaron características importantes como la presencia de un anillo pegajoso en el estípite que no es persistente en la madurez, poros pequeños (1-2/mm) y de coloración amarillo – oliváceo a tonos más oscuros de café o mostaza. Las medidas obtenidas de esporas y basidios corresponden a las reportadas por Smith y Thiers (1964) y Kuo (2016). Además las pruebas con reactivos HCl, KOH, NaOH y H₂SO₄ fueron idénticas para los ejemplares.

Se cuenta con un ejemplar de *S. aff. salmonicolor* que se colectó en San José Poaquil, Chimaltenango. El ejemplar presentó himenio de coloración amarillo – oliváceo a café claro, puntuaciones glandulares oscuras en los poros y en el inicio del estípite. Además, cuenta con un anillo blanco y de consistencia pegajosa. A pesar que ha sido asignado como *S. aff. salmonicolor*, se considera que es un ejemplar de *S. aff. cothurnatus* debido a la distancia relativamente corta que existe entre los sitios de colecta (San José Poaquil y San Juan Sacatepéquez) y que *S. salmonicolor* distribuye en zonas del norte de Estados Unidos mientras que *S. cothurnatus* en zonas más del sur (Kuo, 2007; Kuo, 2008; Kuo, 2010; Kuo, 2016). Además, trabajos realizados en México no reportan a *S. salmonicolor* pero sí reportan a *S. cothurnatus* (Cappello & Cifuentes, 1982, p. 199; Chávez, Gómez & Gómez, 2009, p. 83). Morfológicamente dicho ejemplar es muy parecido a los obtenidos de *S. cothurnatus*, no obstante al no tenerse información acerca del hospedero, medidas

de caracteres microscópicos (esporas y basidios) no es posible determinar con total seguridad su identidad.

Los ejemplares identificados como *S. aff. decipiens* fueron colectados en San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala y Poptún, departamento de Petén. La identidad del hospedero de los ejemplares de Petén es conocida siendo *P. caribaea*. Características como el color del himenio amarillo a café – amarillento, las medidas de esporas y basidios, la presencia de un anillo fibriloso, o restos del mismo, y la ausencia de puntuaciones glandulares son determinantes para asignar a los ejemplares como *S. aff. decipiens* (Smith & Thiers, 1964, p. 28; Ortiz et al. 2007, p. 398).

Suillus de Petén asociados a *Pinus caribaea*

Los ejemplares colectados en Petén poseen una asociación micorrícica con *Pinus caribaea*. Según Ortiz y colaboradores (2007) las especies de *Suillus* que se encuentran asociados a dicho pino en Belice son: *S. brevipes*, *S. decipiens* y *S. salmonicolor*. Para el ejemplar MICG – 4047 se obtuvieron medidas de esporas y basidios similares al ejemplar de *S. decipiens* descrito por Ortiz y colaboradores (2007), a diferencia de las esporas reportadas para *S. salmonicolor* que son más pequeñas. Además, la presencia de un anillo fibriloso lo diferencia de *S. brevipes*, el cual carece de un anillo (Kuo, 2007; Smith & Thiers, 1964, p. 28). Otra característica que sugiere que sea *S. decipiens* es el estípite delgado, tal como lo describe Ortiz (Ortiz et al. 2007, p. 398). Por lo tanto, el ejemplar es identificado como *S. aff. decipiens*.

El ejemplar MICG – 4055 fue identificado como *S. aff. brevipes*. La principal característica observada fue la ausencia de anillo. A pesar que Ortiz y colaboradores (2007) reportan que *S. salmonicolor* carece de anillo, otros autores como Kuo (2016) describen a *S. salmonicolor* con un anillo blanquecino a naranja. De igual manera, *S. decipiens* posee un evidente anillo de coloración grisácea a blanquecina (Smith & Thiers, 1964, p. 28). De igual manera, las medidas de esporas se encuentran en el rango aceptado, no obstante, los basidios descritos para el ejemplar son ligeramente más pequeños que los reportados en la literatura (Kuo, 2009; Smith & Thiers, 1964, p. 98; Ortiz et al. 2007, p. 398).

El ejemplar MICG – 4034 posee como principal característica un anillo fibriloso de color amarillo – rosado con puntuaciones oscuras. Debido a la coloración del himenio que es amarillo – olivácea se identifica el ejemplar como *S. aff. decipiens*, a diferencia de *S. salmonicolor* que posee un himenio de coloración naranja más oscura (Smith & Thiers, 1964, p. 28; Ortiz et al. 2007, p. 405). No obstante, al no conocerse las características microscópicas del ejemplar la identificación no puede ser precisa.

Suillus granulatus*, *Suillus bovinus* y *Suillus americanus

S. granulatus se caracteriza por poseer puntuaciones glandulares, carecer de un anillo en el estípite y velo parcial en el píleo, y presentar un contexto amarillento (Smith & Thiers, 1964, pp. 101 y 102). Se encuentra distribuido en el este de Estados Unidos y asociado con *Pinus strobus* u otros pinos de 5 acículas por fascículo (Kuo, 2004). *S. granulatus* ha sido reportado previamente para Guatemala (Flores, Comandini & Rinaldi, 2012) y en México, más específicamente en el estado de Guerrero (Cappello & Cifuentes, 1982, p. 201; Chávez, Gómez & Gómez, 2009, p. 83).

Géneros *Chroogomphus* y *Gomphidius* se encuentran asociados con otros géneros de hongos como el *Suillus* y formando micorrizas con especies de *Pinus*. De tal manera, se

ha reportado que *G. roseus* se encuentra parasitando a *Suillus bovinus* o manteniendo una relación de micorrízica con los *Pinus* asociados con *S. bovinus* (Olsson et al., 2000, p. 1375). Ejemplares de *S. bovinus* que fueron colectados en Sacatepéquez presentaron asociación con hongos del género *Chroogomphus*. Así mismo, ejemplares de *S. bovinus* de Corea del Sur han sido reclasificados a *S. americanus* en el estudio de Min y colaboradores (2014), dicha reclasificación fue necesaria debido a las constantes confusiones entre *S. bovinus*, *S. americanus* y *S. granulatus*. Las características de *S. bovinus* que lo distinguen de las demás especies son la ausencia de puntuaciones glandulares lechosas en los poros y su asociación con *G. roseus* (Min et al, 2014, p. 225). No obstante, Nguyen y colaboradores (2016) por medio de análisis molecular emparentan a *S. bovinus* con el clado de *S. tomentosus* (clado en que se encuentran otras especies como *S. variegatus*). Por su parte, los ejemplares de *S. americanu* sanalizados presentaron características como un píleo de coloración amarilla intensa, presencia de puntuaciones glandulares café a lo largo del estípite y medidas microscópicas que coinciden con la literatura (Kuo, 2004; Smith & Thiers, 1964, pp. 89 y 90).

Suillus asociados a *Pinus rudis* y *Pinus ayacahuite*

Los ejemplares de *Suillus luteus* se encontraron distribuidos principalmente en Totonicapán (excepto un ejemplar del departamento de Guatemala) y presentaron una asociación micorrízica con *Pinus ayacahuite* y *Pinus rudis*. En el este de Norteamérica Kuo (2004) reporta que *S. luteus* se encuentra asociado a *P. strobus* y *P. resinosa*, pinos con fascículos de 5 y 2 acículas, respectivamente; mientras que *P. rudis* y *P. ayacahuite* presentan fascículos de 5 acículas. *S. luteus* ha sido reportado en América, Asia y Europa y en cada continente presenta una relación micorrízica con distintas especies de *Pinus*: en Europa con *P. nigra* y *P. sylvestris*; en América con *P. sylvestris*, *P. strobus* y *P. resinosa* y en Asia con *P. densiflora* y *P. tabuliformis*; por lo que no corresponde a una asociación estricta con una sola especie de pino (Nguyen et al., 2016, p. 1226). *S. luteus* ha sido reportado para los bosques de coníferas en el sureste de México en los trabajos de Guzmán y Guzmán (1979) y previamente reportado por Flores y colaboradores (2012). Las características de los ejemplares de *S. aff. luteus* coinciden con las reportadas por Kuo (2004) y por Smith y Thiers (1964) que son presencia de anillo que se mancha de coloración morada y presenta puntuaciones glandulares oscuras, la presencia de un velo parcial y las medidas de caracteres microscópicos como esporas y basidios.

Según los trabajos de Kretzer y colaboradores (1996) así como de Wu y colaboradores (2000) las especies de *S. luteus* de Norteamérica y Asia no divergen y forman un grupo monofilético. Así mismo, Nguyen y colaboradores (2016) sugieren que el clado de *S. luteus* es monofilético y que otras especies como *S. borealis* y *S. brunnescens* son diferentes a *S. luteus* por la identidad del hospedero.

Conclusiones

- Se describieron 25 ejemplares del género *Suillus* tomando en cuenta características macro y microscópicas, hospedero, reacciones químicas, forma de crecimiento y localidad; con lo que se identificaron 9 especies: *S. americanus*, *S. bovinus*, *S. brevipes*, *S. cothurnatus*, *S. decipiens*, *S. granulatus*, *S. intermedius*, *S. luteus* y *S. tomentosus*.
- El conocimiento del género *Suillus* en Guatemala es limitado lo que resulta en una difícil tarea para la identificación de las especies.
- La identidad de los hospederos es indispensable para la determinación de especies. Tal es el caso de la asociación de *S. decipiens* y *S. brevipes* con *P. caribaea*. No obstante, al carecer de la mayoría de datos de colecta resulta un problema a la hora de identificar.
- No es del todo posible identificar ejemplares del género *Suillus* de la manera tradicional (descripciones macroscópicas y microscópicas), sino que se deben emplear técnicas de secuenciación y análisis filogenéticos para conocer la verdadera identidad de los taxones presentes en el país.

Recomendaciones

- Aumentar el trabajo taxonómico del género *Suillus* en Guatemala.
- Llevar a cabo más colectas enfocadas al género *Suillus*, haciendo énfasis en la toma de datos de campo como lo son las coordenadas geográficas y la identidad del hospedero.
- Realizar análisis molecular para determinar la verdadera identidad de las especies del género *Suillus* colectadas.

Referencias Bibliográficas

- Arce, S., Cerutti, S., Olsina, R., Gómez, M. R., & Martínez, L. D. (2008). Trace element profile of a wild edible mushroom (*Suillus granulatus*). *Journal of AOAC International*, 91(4), 853-857.
- Assyov, B. (2018). *Suillus* Adans. Recuperado de <http://boletales.com/genera/suillus/>
- Basso, M. T. (2005). *Manuale di microscopia dei funghi*. Italia: Mykoflora.
- Blanco, D., J. Fajardo, A. Verde & Rodríguez, C. A. (2012). Ethnomycology of genus *Suillus*, an overview. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 36: 175-186.
- Bran, M., Flores, R., Rodríguez, E. y Culajay, F. (1998). *Hongos ectomicorrizicos asociados a Abies guatemalensis, Pinus rudis y P. ayacahite de la Sierra de Los Cuchumatanes y su aprovechamiento para la producción de planta forestal micorrizada* (Fase I). Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Bran, M. C., Morales, O., Flores, R., Rodríguez, E., Salazar, J., Cáceres, R.,...& Carranza, C. (2003). Hongos comestibles de Guatemala: Diversidad, cultivo y nomenclatura vernácula. *Fase III*. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Cappello, S., & Cifuentes, J. (1982). Nuevos registros del género *Suillus* (Boletaceae) en México. *Scientia Fungorum*, 2(17), 196-206.
- Catalogue of Life. (2016). Árbol taxonómico. Recuperado de <http://www.catalogueoflife.org/annualchecklist/2016/browse/tree/id/4ae5fba431a215b1e79bc6446b9b6178>
- Chapela, I. H., Osher, L. J., Horton, T. R. & Henn, M. R. (2001). Ectomycorrhizal fungi introduced with exotic pine plantations induce soil carbon depletion. *Soil Biology and Biochemistry*, 33(12), 1733-1740.
- Chávez, G., Gómez, V. M., & Gómez, M. (2009). Riqueza de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México. *Ciencia Forestal en México*, 34(105), 71-95.
- Díaz, G., Flores, R., & Honrubia, M. (2009). Descripción de cultivos miceliarios de Boletales neotropicales y europeos (*Boletus* grupo *edulis*, *Boletellus* y *Suillus*) y formación de primordios de *B. edulis* en cultivo puro. *Revista Mexicana de Micología*, 30, 1-7.
- dos Santos, T., Tavares, C., Sousa, D., Vaz, J. A., Calhelha, R. C., Martins, A., ... & Vasconcelos, M. H. (2013). *Suillus luteus* methanolic extract inhibits cell growth and proliferation of a colon cancer cell line. *Food research international*, 53(1), 476-481.

- Flores, R., Comandini, O., & Rinaldi, A. C. (2012). A preliminary checklist of macrofungi of Guatemala, with notes on edibility and traditional knowledge. *Mycosphere*, 3, 1-21
- Guzmán, L., & Guzmán, G. (1979). Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología*, 13.
- Halling, R.E. (1983). Boletes described by Charles C. Frost. *Mycologia*, 75, 70–92.
- Kretzer, A., Li, Y., Szaro, T., & Bruns, T. D. (1996). Internal transcribed spacer sequences from 38 recognized species of *Suillus sensu lato*: phylogenetic and taxonomic implications. *Mycologia*, 776-785.
- Kuo, M. (2004). The genus *Suillus*. Recuperado de <https://www.mushroomexpert.com/suillus.html>
- Kuo, M. (2004). *Suillus americanus*. Recuperado: http://www.mushroomexpert.com/suillus_americanus.html
- Kuo, M. (2009). *Suillus brevipes*. Recuperado de: http://www.mushroomexpert.com/suillus_brevipes.html
- Kuo, M. (2016). *Suillus cothurnatus*. Recuperado de: http://www.mushroomexpert.com/suillus_cothurnatus.html
- Kuo, M. (2007). *Suillus decipiens*. Recuperado de http://www.mushroomexpert.com/suillus_decipiens.html
- Kuo, M. (2004). *Suillus granulatus*. Recuperado de: http://www.mushroomexpert.com/suillus_granulatus.html
- Kuo, M. (2004). *Suillus luteus*: The slippery jack. Recuperado de: http://www.mushroomexpert.com/suillus_luteus.html
- Kuo, M. (2016). *Suillus salmonicolor*. Recuperado de: http://www.mushroomexpert.com/suillus_salmonicolor.html
- León, J. F. (2005). *Química y síntesis de los principios activos aislados de hongos superiores. Sus posibles aplicaciones farmacológicas* (Tesis doctoral). Universidad de la Laguna, Tenerife, España.
- Mazariegos, K., Lara, D. & Lara, A. (2014). *Contribución al conocimiento tradicional de los hongos en los municipios de Chimaltenango, San Martín Jilotepeque y Santo Domingo Xenacoj*. (Tesis de grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Melgarejo, E. (2014). Dos hongos silvestres comestibles de la localidad de Incachaca, Cochabamba (Yungas de Bolivia). *Acta Nova*, 6, 521.

- Mérida, J. & Hernández, M. (2017). *Etnomicología del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala: estudio de la diversidad, comercio, tradiciones y uso de hongos locales*. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Morales, O., Bran, M. del C. & Cáceres, R. (2010). Hacia un Desarrollo Sostenible del Sistema de Producción-Consumo de los Hongos Comestibles y Medicinales en Latinoamérica: Avances y Perspectivas en el Siglo XXI. *Red Latinoamericana de Hongos Comestibles y Medicinales: Producción, Desarrollo y Consumo*, Capítulo 25, pp. 437-464.
- Olsson, P. A., Münzenberger, B., Mahmood, S., & Erland, S. (2000). Molecular and anatomical evidence for a three-way association between *Pinus sylvestris* and the ectomycorrhizal fungi *Suillus bovinus* and *Gomphidius roseus*. *Mycological Research*, 104(11), 1372-1378.
- Ortiz, B., Lodge, D. J., Baroni, T. J., & Both, E. E. (2007). Boletes from Belize and the Dominican Republic. *Fungal Diversity*. 27: 247-416., 27.
- Porras, C. (2014). *Descripción microscópica de ejemplares del género Lactarius de las secciones Uvidus y Zonarii en Guatemala*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Smith, A. H. & Thiers, H. D. (1964). *A contribution toward a monograph of North American species of Suillus*. EE.UU: Ann Arbor.
- Sommerkamp, Y. (1990). Hongos comestibles en los mercados de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Guatemala.
- Species Fungorum. (2018). *Suillus*. Recuperado de <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp>
- Wu, Q. X., Mueller, G. M., Lutzoni, F. M., Huang, Y. Q., & Guo, S. Y. (2000). Phylogenetic and biogeographic relationships of eastern Asian and eastern North American disjunct *Suillus* species (Fungi) as inferred from nuclear ribosomal RNA ITS sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 17(1), 37-47.

Anexos

Anexo 1. Resumen

DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO *SUILLUS* RECOLECTADAS EN GUATEMALA

Flores, R¹, Carías, Camilo²

¹Unidad de Biodiversidad, Tecnología y Aprovechamiento de Hongos – UBIOTAH –

²Centro Programa de Experiencias Docentes con la Comunidad -EDC-, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC
(floresarzu.roberto@gmail.com)

Palabras clave: *Suillus*, basidio, espora, cistidio, píleo, estípite, hospedero.

Resumen

El género *Suillus* comprende un aproximado de 100 especies alrededor del mundo. En Guatemala se han reportado las especies *Suillus americanus*, *S. bovinus*, *S. brevipes*, *S. decipiens*, *S. granulatus*, *S. luteus*, *S. subluteus*, *S. tomentosus*, *S. salmoneus*, entre otras.

En Guatemala el género *Suillus* no ha sido trabajado a profundidad a pesar de que posee una gran importancia ecológica, forestal, nutricional y bioquímica. Debido a que es un género micorrícico obligado de pino (*Pinus* spp) y que en la Micoteca Rubén Mayorga Peralta –MICG–, de la Facultad de CCQQ y Farmacia de la USAC se encuentran diversas especies de las que no hay certeza taxonómica, es necesario realizar un análisis microscópico y macroscópico de los ejemplares recolectados para determinar la identidad taxonómica correcta, particularmente teniendo como base los cambios actuales de nomenclatura para las especies de hongos que se encuentran en América y el endemismo de la región.

Teniendo en cuenta la riqueza de especies de este género en Guatemala, es necesario determinar las especies recolectadas en el país y documentarlas correctamente. Por ello, a partir de descripciones macroscópicas y microscópicas se identificarán las especies depositadas en la Micoteca. Se utilizaron descripciones macroscópicas originales y fotografías de los ejemplares, apoyándose también con guías de identificación taxonómica de Norteamérica. Las descripciones microscópicas se realizaron haciendo uso de estereoscopios y microscopios, empleando reactivo KOH y colorante Rojo Congo. Se elaboraron descripciones macro y microscópicas detalladas con las que se verificaron las especies analizadas. Se encontró que los caracteres macroscópicos y microscópicos de las distintas especies son muy homogéneos entre sí; no obstante, es posible hacer una identificación por sus caracteres macroscópicos, ornamentación, hábitat y pino hospedero. Es fundamental para las especies en Guatemala utilizar análisis moleculares y filogenéticos para determinar si se trata de taxones locales o norteamericanos debido a los cambios taxonómicos que se han producido en los últimos años. Así mismo, es necesario ampliar la colección de *Suillus* y especificar en las boletas las coordenadas geográficas, la especie de pino simbiote y la presencia de restos de velo o anillo.