



## GRUPO DE INVESTIGACION AMBIENTAL (GIA)

DOI: <https://doi.org/10.54495/Rev.Cientifica.v17i2.208>

Licencia: CC-BY 4.0



### 1. NOMBRE Y UBICACIÓN DE LA UNIDAD:

#### GRUPO DE INVESTIGACION AMBIENTAL (GIA)

##### Ubicación:

Unidad de Análisis Instrumental (UAI),  
Laboratorio Microbiológico de Referencia, Area de  
Microbiología<sup>1</sup> (LAMIR),  
Departamento de Análisis Inorgánico,  
Laboratorio de Monitoreo del Aire,  
Area de Macromicetos del Servicio de Micología,  
Departamento de Microbiología.

### 2. DESCRIPCION DE LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

El Grupo de Investigación Ambiental (GIA) se dedica a realizar investigación para la determinación de la calidad del ambiente, así como en la implementación y desarrollo de medidas de mitigación y mejora ambiental, además de realizar algunos estudios de biodiversidad (plancton y macrohongos), que le permitan identificar algunas especies que podrán ser utilizadas como indicadoras de la calidad de un ambiente y/o ser utilizadas en estudios de bioprospección. La Unidad de Investigación tiene entre su temática la que se desarrolla a continuación:

Uno de los efectos ambientales más serios provocados

sobre los recursos hídricos **superficiales** por el manejo inadecuado de los residuos **sólidos** es la **contaminación** de las aguas que muchas veces son fuentes de abastecimiento de agua potable. Por una parte, la **materia orgánica** de los residuos disminuye el **oxígeno disuelto** y aumenta los nutrientes, N y P, lo que ocasiona el **aumento** descontrolado de algas y genera procesos de **eutrofización**. Por otra parte, los residuos sólidos municipales frecuentemente están mezclados con residuos peligrosos industriales, lo que origina contaminación química. Como consecuencia, se produce la pérdida del recurso para **consumo humano** o para recreación, se destruye la fauna acuática y también se deteriora el paisaje. Además implica altas **inversiones** si se quiere recuperar el recurso (1).

En la Ciudad de Guatemala se encuentran aproximadamente el 60% de las empresas industriales, las cuales por una falta de control adecuado en el vertido de aguas residuales, vierten estos desechos, los cuales se convierten en factor contaminante al ser descargados en el sistema de drenajes sin previo tratamiento. Estos vertidos adicionan sustancias orgánicas e inorgánicas que afectan tanto la composición del agua como al sistema de alcantarillado propiamente (6). Entre los efectos se encuentran: los físicos como la turbidez y la presencia de sólidos suspendidos en el agua; los químicos que modifican la composición y características orgánicas del agua; y los bacteriológicos que proporcionan un mejor medio de vida a las bacterias y éstas se multiplican (10).

El incremento de las actividades **productivas** en suelos no aptos, la mayor utilización de **agroquímicos**, la ganadería extensiva y el auge agroindustrial, el **crecimiento** acelerado y sin planificación en los asentamientos humanos producen los tres tipos fundamentales de **contaminación** del agua dulce. Estos son: Exceso de **elementos** nutritivos provenientes de aguas negras y de la **erosión** del suelo, lo que causa un afloramiento de algas cuyas demandas de oxígeno limitan la vida de otros seres vivos y sobrepasa de renovación (eutrofización). **Agentes** patógenos provenientes de las aguas negras inciden en la propagación de enfermedades. Metales pesados y **compuestos** orgánicos de origen sintético que resultan de los procesos industriales, de la agricultura y la minería (3).

<sup>1</sup> El Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR) está dividido en dos áreas: Microbiología e Inmunodiagnóstico. En esta unidad de investigación estará participando únicamente el área de Microbiología.

### 3. ANTECEDENTES

La Unidad de Análisis Instrumental, el Departamento de Análisis Inorgánico y el Laboratorio Microbiológico de Referencia han ejecutado varios proyectos con financiamiento externo e interno, relacionados con la calidad ambiental, entre los principales se encuentran los siguientes:

- Calidad Fisicoquímica del Agua en el Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Proyecto 83-00. Este se encuentra aún en ejecución, y consiste en la determinación de parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua en ríos y Lagunas del Parque, así como en la determinación de plancton como indicador biológico de la calidad del agua. Se realizan también análisis de metales y de hidrocarburos para evaluar el impacto de las actividades de extracción petrolera, sobre los cuerpos de agua que se encuentran en el Parque.

- Caracterización Físico-Química y Bacteriológica de las aguas del río Las Vacas. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Proyecto 82-99. En este proyecto se determinaron los niveles de nutrientes y parámetros microbiológicos en el río Las Vacas y en el río Motagua, antes y después de su unión con el río Las Vacas. Se concluyó que la descarga de aguas residuales de la ciudad de Guatemala al río Las Vacas, ha ocasionado niveles de contaminación excesivos que hacen al agua del río Las Vacas no apta para su utilización con propósitos de recreación, consumo o irrigación. Se comprobó también que el agua del río Las Vacas tiene un impacto negativo sobre la calidad del agua del río Motagua, al incrementar notablemente las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos analizados, incrementando el riesgo para la salud de los pobladores de la cuenca y para la integridad ecológica de la cuenca.

- En la Unidad de Análisis Instrumental, se ejecutó en 1999 el proyecto "Determinación de los aceites esenciales en seis plantas medicinales cultivadas en Guatemala", con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT).

- El Laboratorio Microbiológico de Referencia a través de la encargada del área de microbiología participó en el área de Limnología con el muestreo y análisis de fitoplancton del Protocolo de Evaluación Biológica Rápida -Aqua Rap-

llevado a cabo en el Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala 8-30 de abril de 1999. Con el apoyo de CI-PROPETEN, CECON, CONAMA.

- El laboratorio de Monitoreo del Aire, desde 1995 viene ejecutando el proyecto, a través del cual ha obtenido resultados que confirman que en el aire de las estaciones de muestreo localizadas en la Ciudad de Guatemala si existe contaminación provocada por todos los contaminantes analizados. Sin embargo, no todos exceden los valores guías sugeridos, pero su sola presencia indica que de no tomarse las medidas apropiadas para su control, la cantidad de dichos contaminantes puede verse incrementada en los próximos años.

De forma general las estaciones de muestreo que presentan mayor grado de contaminación son las localizadas en el INCAP (área del trébol), la Calzada San Juan, Avenida Petapa y Calzada Aguilar Batres.

- El Departamento de Análisis Inorgánico está ejecutando en el 2002 el proyecto "Determinación de deposición ácida en la región del Volcán de Pacaya y ciudad de Guatemala".-(IIQB). En este proyecto se están determinando los niveles de acidez y de electrolitos en la deposición atmosférica sobre la ciudad de Guatemala y en la región del volcán de Pacaya. 2002.

Para evitar la mayor contaminación se recomienda un control estricto en las plantas industriales no permitiendo el derrame de sus desechos sin antes ser sometidos un proceso de tratamiento. Un primer paso para evitar este tipo de contaminación, fue dado el 7 de febrero de 1989 cuando fue aprobado el Acuerdo Gubernativo No. 60-89, el cual contiene el "Reglamento de requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas", el cual establece restricciones sobre el vertido de aguas residuales directamente en los ríos o cuerpos de agua (10).

Estimaciones realizadas en 1989, sobre saneamiento básico rural, informan que casi un cuarto de millón de personas del área rural hacía uso de ríos y arroyos para defecar, lavar su ropa y utensilios; sumado a esto, la contaminación del agua por productos agroquímicos (fertilizantes y pesticidas) y desechos industriales, así como altas cargas fecales y químicas, constituyen un peligro muy grande para la salud de los guatemaltecos (11).

Las aguas contaminadas de estos ríos son empleadas en el regadío de todo tipo de productos agrícolas para consumo humano; también se emplean aguas de alcantarillado procedentes de usos domésticos sin ningún tratamiento para la irrigación de hortalizas (11).

Las fuentes de contaminación acuática son también parte de la temática de la Unidad de Investigación. Según Roldán (1992), las principales fuentes de contaminación acuática son las industrias, la agricultura y los desechos domésticos. Se observa también la contaminación natural, la cual consiste en la descomposición de materia orgánica, la cual acumulada en exceso, causa cambios drásticos en la concentración de oxígeno y valores de pH que pueden ser mortales para los peces. También el arrastre de sedimentos por crecientes fuertes incrementa la turbidez en el agua y destruye el hábitat de desove y refugio para muchos organismos (7).

La contaminación antropogénica es la más nociva para los cuerpos de agua, debido al exceso de carga orgánica que agota el oxígeno y la presencia de sustancias tóxicas y metales pesados. La agricultura ocasiona varios problemas, debido al rocío con todo tipo de sustancias tóxicas a base de fósforo, cloro y mercurio, algunas acumulándose en la cadena alimenticia. El uso de fertilizantes es una de las actividades principales en los procesos de eutrofización de lagos (7).

Dentro de la temática caben también los procesos de eutrofización de cuerpos de agua. El concepto de estado trófico fue introducido originalmente por limnólogos suecos y alemanes, basándose en dos factores relacionados: la cantidad de producción en las aguas superficiales y las condiciones en el hipolimnio de las aguas estratificadas (4). La eutrofización acelerada, comúnmente ocasionada por actividades humanas en la cuenca lacustre, se manifiesta en la superproducción de algas y otros organismos acuáticos motivadas por incrementos notables de los niveles de nutrientes, lo cual en el mediano plazo provoca reducciones en los niveles de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua. Los lagos al alcanzar niveles de hiper-eutrofización provoca la muerte de los organismos acuáticos.

De acuerdo con Roldán (1992), el manejo y uso de fertilizantes y las prácticas de deforestación y quema en los países tropicales, contribuyen en gran parte, a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, la

falta de tratamiento de aguas residuales e industriales es otro aspecto de enorme importancia en los procesos de contaminación de ríos. Las principales consecuencias ecológicas de la eutrofización en lagos son la excesiva proliferación de algas y macrofitas, las cuales al exceder la capacidad de herbivoría de los invertebrados y peces, mueren y el exceso se va al fondo, donde se agrava el problema de consumo de oxígeno (7). Según Roldán, los lagos atraviesan una transición natural a través de varios estados de productividad siendo oligotróficos, mesotróficos, eutróficos y por último, la extinción.

El monitoreo del aire de la Ciudad de Guatemala surgió en 1994 como una iniciativa de la fundación suiza para el desarrollo técnico Swisscontact y la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Desde entonces se han realizado constantemente mediciones de ciertos contaminantes primarios y secundarios en el área metropolitana de la ciudad, contando ya con una base de datos desde 1995 al año 2001, lo que se constituye en una herramienta valiosa para determinar el comportamiento de la calidad del aire de la ciudad en dicho lapso de tiempo y así poder prevenir consecuencias negativas para un futuro próximo. Cabe mencionar que el trabajo del Monitoreo del Aire también ha sido posible gracias al apoyo y colaboración recibidos por parte de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC y la Dirección General de Investigación -DIGI- de la USAC.

Durante el año 2001 surgió la iniciativa de elaborar un Plan de Gestión de la Calidad del Aire para la República de Guatemala, gracias a la cooperación de USAID, EPA y el Estado de California, así como la participación del gobierno, USAC y sociedad civil, dicho plan quedó terminado y presentado por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. En dicho plan el Monitoreo del Aire juega un papel preponderante para conocer la calidad del aire de nuestro país, lo cual permitirá tomar las medidas correctivas y preventivas en un ámbito legal y vinculante en beneficio de todos los ciudadanos. Como toda actividad de carácter científico tecnológico el Monitoreo del Aire necesita recursos económicos para su adecuado desarrollo y para la implementación de nuevas tecnologías que permitan obtener una mayor y continua cantidad de datos, en este sentido la fundación Swisscontact brindó el apoyo técnico y económico para la construcción de una caseta móvil de medición automática que empezará a funcionar

durante el presente año. Al mismo tiempo la USAID proporcionará en donación una serie de equipos para implementar dos estaciones fijas automáticas, una localizada en la USAC Y otra en Petén, las cuales iniciarán durante el 2002.

Con relación al Servicio de Micología (Area de Macromicetos) de la Escuela de Química Biológica, desde los años ochenta ha apoyado estudios relacionados con taxonomía de macrohongos y etnomicología (estudio de la relación del hombre con los hongos), además se presta el servicio al público en general para identificar especímenes de macrohongos. A la fecha el Herbario de Macrohongos del Servicio de Micología, a partir de 1993, está registrado en CONAP. Este Herbario cuenta con aproximadamente 180 especies y más de cerca de 350 especímenes obtenidos en 40 localidades diferentes a través de pequeños proyectos de investigación y tesis ad gradum. Hasta 1997 tuvo a su cargo la organización de las Exposiciones Nacionales de Hongos, posteriormente se le ha invitado a participar en la coordinación de las secciones de hongos comestibles, hongos destructores de madera y hongos tóxicos en dichas Exposiciones. Además, se han publicado en el Servicio, tesis de graduación relacionadas con taxonomía y cultivo de *Pleurotus ostreatus* y dos artículos científicos publicados en la Revista Mexicana de Micología en 1987 (*Envenenamiento mortal por hongos en Guatemala*) y 1990 (*Hongos de Guatemala. II. Especies depositadas en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala*), respectivamente, siendo las autoras principales dos pioneras, las licenciadas Heidi Logemann e Yvonne Sommerkamp, de esta línea de investigación en la Facultad (5,8). Sommerkamp también publicó el cuaderno de investigación No. 3-90 de DIGI "Hongos Comestibles en los Mercados de Guatemala", el cual da a conocer 21 especies de hongos comestibles siendo el primer registro de este tipo en Guatemala, obtenido en un proyecto de investigación de la Universidad de San Carlos (9).

El interés por lo macrohongos se ha venido incrementado en los últimos años y esto gracias a que Guatemala es un país que presenta variedad de recursos climáticos, bióticos y abióticos, que se traduce en gran diversidad y riqueza biológica en los ecosistemas. Sin embargo, en el país se han realizado pocos estudios sobre la diversidad de macrohongos (micoflora) y su bioprospección; esto último es de suma importancia ya que dentro de esta micoflora se encuentran especies que juegan un papel

importante y valioso en la medicina, biotecnología, nutrición, reforestación (hongos micorrízicos), conservación de los bosques, etc. El principal objetivo de las investigaciones, tesis de graduación y actividades realizadas por el área de macromicetos es difundir el conocimiento de la diversidad de macrohongos y sus posibles usos entre la población guatemalteca.

Determinación de lluvia ácida y presencia de electrolitos en el agua de precipitación de la Ciudad de Guatemala. FOGUAMA-USAC. En este, proyecto se han determinado niveles de acidez en el agua de lluvia sobre la ciudad de Guatemala. 2002.

En el Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR) y el Servicio de Micología del Departamento de Microbiología de la Escuela de Química Biológica se está ejecutando el proyecto "Estudio de Hongos Macroscópicos en Chuipachec, en el departamento de Totonicapán" 2002-2003, financiado por FOGUAMA-FAC.CC.QQ. y FARMACIMJSAC con el apoyo de CEMAT. Con los resultados obtenidos se espera dar recomendaciones para futuros trabajos en bioprospección.

Además, en 1996 el Area de Macromicetos del Servicio de Micología participó en colaboración en el proyecto "Bioactividad de Macromicetos del Ambiente Guatemalteco". IIQB, Fac. CC. QQ y Farmacia /USAC.

Por otra parte, la Unidad de Análisis Instrumental y el Laboratorio Microbiológico de Referencia se encuentran participando en el Estudio de la planta acuática *Hydrilla verticillata*, en Río Dulce y Lago de Izabal, que la que la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia realiza con el propósito de controlar el crecimiento de la planta que amenaza la integridad ecológica de la cuenca.

#### 4. VISION

El Grupo de Investigación Ambiental es una unidad de investigación de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, dinámica, innovadora y líder en la ejecución de estudios de contaminación ambiental, de procesos biogeoquímicos en suelo, agua y atmósfera, y aprovechamiento sostenible de recursos naturales que brindan información relevante para el desarrollo de Guatemala. Está integrado por profesionales altamente calificados de las ciencias químicas y biológicas, con amplia experiencia

en investigación y reconocimiento dentro y fuera de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 5. MISION

El Grupo de Investigación Ambiental genera información de utilidad para el desarrollo socioeconómico y conservación del medio ambiente, mediante el estudio de procesos de contaminación ambiental, de procesos biogeoquímicos en suelo, agua y atmósfera, de implementación y desarrollo de medidas de mitigación y mejora ambiental, y de aprovechamiento sostenible de recursos naturales, por medio de proyectos de investigación con financiamiento externo e interno de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## 6. OBJETIVOS

Realizar estudios de contaminación y de procesos biogeoquímicos en cuencas hidrográficas de importancia para el país.

Efectuar estudios de contaminación del aire en áreas urbanas, rurales e interiores.

Realizar estudios de biodiversidad de macrohongos y plantas para el aprovechamiento sostenible de algunos de estos recursos naturales con potencial económico, utilizando técnicas químicas y biológicas.

Desarrollar metodología para la evaluación de procesos físicos; químicos y biológicos en el medio ambiente.

Utilizar técnicas modernas de análisis en el estudio y resolución de problemas de contaminación ambiental.

Ejecutar estudios de calidad del agua para consumo humano y para riego.

## 7. LINEAS DE INVESTIGACION

Contaminación de suelo, agua y atmósfera.

Aprovechamiento sostenible de recursos naturales con potencial económico (Bioprospección).

Monitoreo de cuerpos de agua y atmósfera.

Desarrollo de técnicas modernas de análisis químico y biológico.

Calidad del agua.

Biodiversidad de plancton y macrohongos.

## 8. EJES TEMATICOS

Calidad fisicoquímica y microbiológica de ecosistemas acuáticos.

Contaminación de lagos, ríos y lagunas por metales pesados.

Contaminación de lagos, ríos y lagunas por hidrocarburos y plaguicidas.

Contaminación del aire por emisiones de fuentes móviles y fijas.

Contaminación del aire por hidrocarburos y otros contaminantes orgánicos.

Colecta, identificación y selección de los especímenes (plantas, hongos, algas, entre otros) relevantes para la extracción y análisis de productos de origen natural de ambientes terrestre y acuático.

Biogeoquímica en cuencas hidrográficas.

Desarrollo de técnicas cromatográficas para el análisis de contaminantes orgánicos en muestras de suelo, aire y agua.

Desarrollo de electroquímica analítica para el análisis de compuestos orgánicos e inorgánicos.

Evaluación de la calidad del agua en comunidades de la ciudad capital y del interior del país.

Desarrollo e implementación de tecnología para el análisis de colifagos y parásitos en agua.

Indicadores biológicos de la integridad de cuerpos de agua: plancton, macroinvertebrados, peces, entre otros.

## 9. INTEGRANTES DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION:

Coordinador:

MSc. Juan Francisco Pérez Sabino, Profesor Titular Escuela de Química.

#### Investigadores:

#### Nombre

MSc. Juan Francisco Pérez Sabino

MSc. Bessie Evelyn Oliva de Sandoval

Licda. Karin Larissa Herrera Aguilar

Lic. Pablo Oliva Soto

Licda. Karina Piérola Kyllman

Lic. Renato Jeroni Torres

### 10. RECURSOS FISICOS MATERIAL Y EQUIPO MINIMO CON QUE SE CUENTA2

• En la Unidad de Análisis Instrumental la unidad de investigación, cuenta con el siguiente equipo:

Espectrofotómetro de Absorción Atómica  
Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución (HPLC)  
Cromatógrafo de gases  
Campana de extracción de gases  
Hornos de convección  
Mufla  
Refrigeradora Incubadora para DBO  
Planchas de calentamiento  
Potenciómetros  
Electrodos para medición de oxígeno disuelto  
Sistema de Extracción en Fase Sólida  
Materiales y reactivos para análisis y preparación de muestras

• En el Laboratorio de Monitoreo del Aire, la Unidad de investigación cuenta con el siguiente equipo:

Impactadores de alto volumen para muestreo de partículas totales en suspensión PTS y PM10.  
Equipo Automático para monitoreo de ozono  
Equipo automático para monitoreo de SO<sub>2</sub>.  
Equipo automático para monitoreo de CO.  
Estación de calibración para equipos monitores del aire.  
Espectrofotómetro (Visible)  
Balanza Analítica  
Campana de extracción de gases

Materiales y reactivos para análisis y preparación de muestras

Potenciómetros

Conductímetro

Equipo y reactivos para medición por difusión activa de NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>.

• En el Departamento de Análisis Inorgánico:

Refrigeradora

Potenciómetros

Balanzas Analíticas

Hornos

Espectrofotómetro (Visible)

Equipo y cristalería de laboratorio

Multímetro

Reactivos y materiales para la preparación y análisis de muestras de agua

• En el Laboratorio Microbiológico de Referencia (LAMIR) se cuenta con el siguiente equipo:

2 Campanas de flujo laminar Dalton

Autoclave Sibata

2 Microscopios Nikon

2 Esterescopios Nikon

Nicrotomo

Incubadora Sanyo a 37-C

Incubadora Sanyo a 27-C

Liofilizador

Baño de maría

Horno esterilizador

Refrigeradora Sanyo

Congelador

Lámpara UV

Desecadora

Agitadores de medios de cultivo

2 Stomacher

Cámara de Quebec

Nota: El equipo de los cuatro laboratorios se presta también a otros grupos de investigación de la Facultad y otras Unidades Académicas así como también a tesistas para realizar sus proyectos de investigación.

• El Area de Macromicetos del Servicio de Micología cuenta con el siguiente material y equipo:

Desecadora con termómetro  
Estufa  
Altímetros  
Deshumificador  
Microscopio  
Lupa  
Anaqueles para el depósito de los especímenes de hongos colectados e identificados.  
Claves para la identificación de hongos y libros con información específica sobre cultivo de hongos, usos medicinales, así como también información sobre otros aspectos ambientales relacionados con macrohongos, entre otros.  
Base de datos (copia electrónica y registro en papel).  
Bisturís y cristalería.  
Mapas de algunas regiones de Guatemala.  
Colección de Macrohongos con registros desde principios de la década de los 80s.

## 10. REFERENCIAS

- 10.1 Acurio, G; Rossin, A; Teiveira, P; Zepeda, F. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos y municipales en América Latina y el Caribe. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud División de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Washington D.C. 1997.
- 10.2 ECOSAL, Primera conferencia Centroamericana sobre Ecología y Salud San Salvador: Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, 1992.
- 10.3 Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica 1998. Una publicación de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo -CCAD-. San José, C.R 1998. 179p.
- 10.4 Home, A.J. 1994. Limnology. 2nd. Ed. McGraw Hill. California ~ 576 pp.
- 10.5 Logemann, H. et al. 1987. Envenenamiento mortal por hongos en Guatemala. Rev. Mex. Mic. 3: 211-216.
- 10.6 Quiroz, I. Análisis Económico de la Contaminación de Aguas en América Latina. Publicación conjunta del Centro Internacional para el Desarrollo Económico -

CINDE- y Programa de Postgrado en Economía Ilades- Georgetown University. 1995. 461p.

- 10.7 Roldán, G. 1991. Fundamentos de Limnología Neotropical. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia. 529 pp.
- 10.8 Sommerkamp, Y. y G. Guzmán. 1990. Hongos de Guatemala, n. Especies Depositadas en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Rev. Mex. Mic. 6: 179-197.
- 10.9 Sommerkamp, Y. 1990. Hongos Comestibles en los Mercados de Guatemala. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. 77pp.
- 10.10 Universidad de San Carlos de Guatemala. Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente -PUIRNA-. Servicios Públicos Urbanos. Los residuos sólidos en la Ciudad de Guatemala. Guatemala, Dirección General de Investigación. 49p.
- 10.11 Universidad de San Carlos de Guatemala. Programa Universitario de Investigación e Recursos Naturales y Ambiente -PUIRNA-. Diagnóstico de los Recursos Naturales y Ambiente. Guatemala, Dirección General de Investigación. 334p.

Copyright (c) 2005 Oscar Cobar Pinto



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)