

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE  
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

INFORME DE SERVICIO SOCIAL  
POR ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA PROFESIÓN

“Identificación taxonómica de hongos aislados a partir de  
murciélagos“

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Arturo García Ortiz

2112035642

ASESORES

Judith Castellanos Moguel

Ángel Rodríguez Moreno

Laboratorio de Micología  
DEHA-UAM-X  
282428

Laboratorio de sistemas  
de información geográfica  
IB- UNAM

México, D.F. 23 de Septiembre de 2019

## **Resumen de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo dentro del proyecto Síndrome de Nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México; con el propósito de realizar el cultivo y posterior identificación taxonómica de cepas de hongos aislados a partir de murciélagos de cuevas del norte de la República Mexicana; creando así un censo de los posibles géneros de hongos presentes en los quirópteros y poniendo especial atención a la probable presencia de *Pseudogymnoascus destructans*, un hongo psicrófilo ligado al emergente síndrome de la nariz blanca, una enfermedad que atenta contra diversas especies de murciélagos en Norteamérica. El procesamiento de las muestras y la identificación se llevaron a cabo dentro de las instalaciones del laboratorio de Micología del Departamento del Hombre y su Ambiente de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco con las muestras proporcionadas por el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

# Índice

<b>Marco institucional del programa o proyecto donde se insertan las actividades del servicio social.....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>Antecedentes del programa o proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social .....</b>	<b>2</b>
<b>Ubicación geográfica del proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social .....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivo General del programa o proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social .....</b>	<b>4</b>
<b>Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas de acuerdo al calendario propuesto .....</b>	<b>4</b>
<b>Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción .....</b>	<b>5</b>
<b>Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social .....</b>	<b>5</b>
<b>Fundamento de las actividades del servicio social .....</b>	<b>6</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>8</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>22</b>

## **Marco institucional del programa o proyecto donde se insertan las actividades del servicio social**

El trabajo de servicio social se desarrolló dentro del proyecto Síndrome de Nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México. Dicho proyecto plantea la creación de modelos de nicho ecológico para determinar los sitios donde potencialmente existan en México las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo. Además propone una caracterización de las cuevas seleccionadas a través del modelado de nicho ecológico y de la comunidad de murciélagos que habiten estas. Adicionalmente se modelarán las especies *M. albescens* y *M. carteri* incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Entre los objetivos del proyecto, como parte de la caracterización de las cuevas, se propone realizar un censo de los hongos en el cuerpo de los murciélagos presentes en el sitio de estudio.

## **Introducción**

En el último siglo, numerosos estudios han sido publicados enfocados en las enfermedades de los quirópteros en especial debido a algunas que tuvieron un impacto en la humanidad como la rabia o el virus Hendra, conocidas enfermedades zoonóticas donde los murciélagos han servido como reservorios de bacterias, virus y hongos(1) La importancia de la identificación de los posibles hongos patógenos en los murciélagos radica en la emergencia de una enfermedad asociada al hongo psicrófilo *Pseudogymnoascus destructans* (= *Geomyces destructans*). La enfermedad recientemente descubierta, a pesar de haber sido identificada en poblaciones de quirópteros en Asia y Europa, parece sólo afectar de manera mortal a algunas especies de América; en donde la rápida expansión tanto geográfica como inter-especies es alarmante. En México existen muchas especies de quirópteros de incalculable valor tanto ecológico como económico entre otros, por lo que es necesario contar con estudios que permitan identificar si la cepa esta presente en el país así como su comportamiento y las variables que determinan su presencia/ausencia .

## **Antecedentes del programa o proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social**

La asociación de enfermedades entre murciélagos y humanos ha sido conocida a lo largo de un siglo, desde la primera identificación del *Lyssavirus* de la rabia en murciélagos hematófagos asintomáticos en 1911. Hasta hace poco la rabia dominaba la literatura científica en enfermedades de los murciélagos; sin embargo, después de las emergentes infecciones causadas por el virus Hendra del zorro volador australiano en caballos y humanos, los murciélagos han emergido como reservorios potenciales de una vasta variedad de infecciones zoonóticas. (1)

Entre ellas han sido reconocidas algunas causadas por bacterias, protozoos y hongos por ejemplo *Histoplasma capsulatum*, como párasito intracelular de macrófagos y que resulta asintomático para el hospedero quiróptero. Las causas de esto aún no se ha revelado por completo y las teorías apuntan a una coevolución entre el hospedero y los hongos, bacterias y virus que tolera, y otras a que la capacidad de vuelo regula mediante la temperatura y el aumento de sus tasas metabólicas, el desarrollo de los patógenos en cuestión causando una tolerancia mediada por temperaturas de hasta 40°C; más que cualquier otro mamífero (1)

Así mismo, el Síndrome de la Nariz Blanca o SNB (WNS por sus siglas en inglés) es una enfermedad que ataca a murciélagos en estado de hibernación (3, 4, 5) y que por lo menos en el caso de Norteamérica ha demostrado altas tasas de mortalidad de hasta 99% en algunos casos (6, 10) y en por lo menos 9 especies de murciélagos de Estados Unidos (9); el síndrome de la nariz blanca ha causado la muerte de más de 6 millones de murciélagos en Estados Unidos desde su descubrimiento en una cueva de Nueva York en 2006 (3, 5)

La cepa del hongo ha sido identificada en Europa y Asia sin embargo en estos continentes no hay registros de mortalidad ligada al síndrome de nariz blanca (5, 6, 9) aunque en algunos estudios se sugiere lo contrario (5); normalmente *P. destructans* forma infecciones más superficiales en las poblaciones de murciélagos Europeos sin evidencia asociada a la mortalidad (9), aunque estudios más recientes encontraron evidencia de lesiones de SNB invasiva en murciélagos de Europa (3, 5). Actualmente se desconoce la causa de la diferencia entre las tasas de mortalidad que se presentan en Europa y en América, ya que se ha demostrado que cepas de *P. destructans* de ambos continentes resultaron letales para la especie americana *Myotis lucifugus*. Tomando en cuenta el modelo de tríada ecológica, esto puede deberse a diferencias intercontinentales fisiológicas o de conducta, propiedades individuales de crecimiento de cada colonia fúngica, y/o condiciones ambientales (2, 5).

### **Ubicación geográfica del proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social**

Las actividades se llevaron a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco, en el laboratorio de Micología del Departamento del Hombre y su Ambiente, así como en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México a partir del mes de Febrero hasta Julio del 2018.

La toma de muestras se realizó en cuevas en el estado de Jalisco, México y se siguieron los protocolos de bioseguridad establecidos en las normas oficiales mexicanas (26, 27)

## **Objetivo General del programa o proyecto donde se realizaron las actividades del servicio social**

**Objetivo General del proyecto:** Determinar a través de MNE la existencia de cuevas con las condiciones ambientales requeridas por *Geomyces destructans* en México. Así como evaluar la susceptibilidad de las comunidades de murciélagos cavernícolas a la infección por *G. Destructans*.

**Objetivo hongos dentro del proyecto:** Cultivar e identificar colonias de hongos obtenidas en Jalisco, en cuevas que sirven como hibernácula para murciélagos en México con el fin de indicar la ausencia/presencia *Pseudogymnoascus destructans* (= *Geomyces destructans*), el hongo causante del síndrome de la nariz blanca en quirópteros.

## **Especificación y fundamento de las actividades desarrolladas de acuerdo al calendario propuesto**

### **Toma de muestras (previo)**

Para la detección de los hongos presentes en la superficie de murciélagos, con énfasis en *Geomyces destructans* se tomaron muestras frotando un hisopo estéril alrededor de la nariz, en la superficie de las alas y en el abdomen de los individuos. Una vez hecho el frotado de los especímenes, el hisopo se depositó en un tubo de transporte estéril y se mantuvo a baja temperatura (5°C) para su posterior procesamiento en el laboratorio.

### **Identificación de muestras (Junio, Julio, Agosto)**

La identificación de las colonias se llevó a cabo de acuerdo a lo descrito por Barnett et. Al (12)

Para la identificación microscópica se realizaron preparaciones con azul de algodón y se analizaron estructuras reproductivas de los hongos como los conidios y los conidióforos tomando como referencia la guía de Barnett et al. 1998 (12) se utilizó un microscopio óptico con objetivos 40 x y 100 x así como un microscopio de contraste de fases en algunos casos.

### **Análisis de resultados (Septiembre, Octubre)**

## **Impacto de las actividades del servicio social en programa o proyecto de adscripción**

En los resultados encontrados dentro de la identificación de géneros presentes en las muestras de los quirópteros pudieron encontrarse 17 géneros presentes identificados como comunes en piel o pelo de mamíferos (25) o en suelos y sedimentos (14-25)

Por otra parte, No se encontraron indicios de *Pseudogymnoascus destructans* en ninguna de las muestras analizadas.

Toda la información recabada en la presente investigación fue utilizada para la base de datos del proyecto de proyecto Síndrome de Nariz blanca: Una zoonosis emergente que amenaza los quirópteros de México; cumpliendo con uno de los objetivos del mismo, el cuál consiste en crear un censo de las especies fúngicas presentes en las cuevas de donde se obtuvieron las muestras; esto puede contribuir más en específico a conocer otras enfermedades a las cuales están expuestos los quirópteros y no sólo en específico a las alertas que se dan por algún patógeno en concreto. Además, el conocer la presencia/ausencia de un hongo puede ayudar a predecir su forma y tasa de distribución con el fin de prevenir el contagio de otras enfermedades algunas con capacidades de producir zoonosis e incluso poner en riesgo la salud humana o los procesos económicos/ambientales de las que este depende.

## **Aprendizaje y habilidades obtenidas durante el desarrollo del servicio social**

### **Aislamiento e identificación de hongos**

Una vez en el laboratorio, los hisopos se lavaron con 10 mL de Tween 80 al 0.05% y se trazó una estría en agar Rosa Bengala (BD, Francia) adicionado con Cloramfenicol (Sigma, Toluca México). El procedimiento se realizó por triplicado.

Se dejaron incubar a una temperatura de 3°C +/- 2°C durante 40 días ya que es el tiempo que tardan en desarrollarse las colonias. Una vez obtenidos los cultivos axénicos de los hongos, se realizaron preparaciones en fresco con azul de lactofenol para su observación al microscopio para la identificación. Cuando fue necesario, se prepararon microcultivos de Ridell para observar la micromorfología del hongo.

Para los microcultivos, se preparó medio extracto de malta en cajas cultivo estériles hasta alcanzar un espesor de 2 mm aproximadamente; una vez que el medio solidificó, se cortaron con una hoja de bisturí estéril bloques de medio de cultivo de

aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>, y se depositaron sobre un portaobjetos estéril e inocularon con un asa estéril pequeñas fracciones del hongo en los costados del cuadrado de medio de cultivo y se cubrió el microcultivo con un cubreobjetos estéril. Posteriormente, se colocó el microcultivo dentro de una caja de Petri estéril, sobre una varilla de vidrio doblada, y se agregará suficiente agua glicerinada al 20%, sin cubrir el portaobjetos e incubará a 28°C durante 5 días. Se observó al microscopio cerca de un mechero, tomando el cubreobjetos del microcultivo con una pinza flameada de alcohol de 70% y colocándolo sobre una gota de azul de lactofenol en un portaobjetos.

Se observó la micromorfología de cada uno de los hongos incluyendo las estructuras reproductoras en un microscopio óptico con los objetivos 40x y 100x (Mier et al., 2013). La identificación de los géneros fúngicos se realizó con base en Barron (11), Barnett y Hunter (12) y Von Arx (1981). Así mismo se integró un registro fotográfico de los hongos aislados e identificados.

### **Fundamento de las actividades del servicio social**

En los últimos 20 años, un número record de enfermedades por hongos han puesto en riesgo a especies salvajes por todo el mundo, causando muchos de los declines y extinciones de poblaciones enteras. Estos eventos incluyen el devastador impacto de *Batrachichytrium dendrobatidis* en poblaciones de anfibios y la extinción de poblaciones de murciélagos como resultado de la infección de *Pseudogymnoascus (Geomyces) destructans* (2).

*Pseudogymnoascus destructans* es un hongo psicrófilo (crece óptimamente en bajas temperaturas) que pertenece a la familia *Pseudeurotiaceae* y aparece como una especie exótica-invasora (9) sin parientes cercanos entre los hibernadores de Norte América (3). Es el principal factor etiológico asociado con el síndrome de la nariz blanca (6) o SNB (WNS por sus siglas en inglés) una enfermedad que ataca a murciélagos en estado de hibernación (3, 4, 5) y que por lo menos en el caso de Norteamérica ha demostrado altas tasas de mortalidad de hasta 99% en algunos casos (6, 10) y en por lo menos 9 especies de murciélagos de Estados Unidos (9); el síndrome de la nariz blanca ha causado la muerte de más de 6 millones de murciélagos en Estados Unidos desde su descubrimiento en una cueva de Nueva York en 2006 (3, 5).

*P. destructans* afecta a murciélagos en hibernación cuyas funciones inmunológicas normales están disminuidas y sus temperaturas disminuyen (9). El hongo crece como una capa blanca en la boca, alas y orejas de los murciélagos (3, 5, 6). La infección genera una penetración profunda de las hifas en el tejido cutáneo y subcutáneo reemplazando folículos y glándulas sebáceas y sudoríparas (6), lo que causa necrosis ulcerativa y destrucción de tejido (3).

Los daños causados asociados a las infecciones por hongos son un incremento de la

actividad en murciélagos en hibernación lo que lleva al uso prematuro de las reservas de grasa con el resultado de que el murciélago se ve demacrado y muere antes del fin de la hibernación (3, 4, 6, 9). Actualmente existe poca información acerca del mecanismo mediante el cual *P. destructans* causa la invasión o infección tisular en los murciélagos (3) ni de cuál sea la relación de esta invasión con la alteración de los ciclos de torpor, aunque posiblemente sea la pérdida de agua (6)

El SNB se ha expandido por 26 estados de los Estados Unidos y 5 provincias Canadienses con casi 99% de mortalidad observada en algunas localidades (3, 6), si la tendencia continua, 25 especies de murciélagos hibernadores en los Estados Unidos estarán amenazadas con algunas especies extintas (3); esta velocidad de expansión hace que sea de suma importancia analizar muestras en la búsqueda del hongo en poblaciones de quirópteros cercanas a la zona geográfica del brote como es el caso de México.

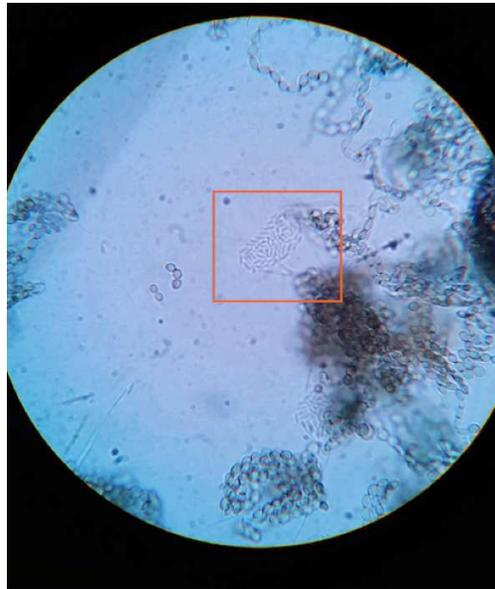
En México existen 8 familias de quirópteros representadas por 134 especies que suman una cuarta parte de los mamíferos del país (8). Estos están distribuidos en 4 tipos principales de especies: las tropicales con afinidades amazónicas, las de zona templada con afinidades neárticas, las migratorias y las endémicas (8). A pesar de que por ser un hongo que crece en ambientes fríos podría suponerse que principalmente las especies que hibernan y que están entre las especies neárticas corren un mayor riesgo de contraer el hongo en caso de que continúe su expansión, hacen falta investigaciones de crecimiento dependiente de la temperatura en *P. destructans* ya que se ha reportado su crecimiento de los 0 a los 20 grados pero los de temperatura óptima no son muy claros (5)

La gran diversidad de los murciélagos de México se refleja también en la variedad de servicios ecológicos que desempeñan y su papel en los ecosistemas (8) entre ellos están el control de plagas de insectos en cultivos agrícolas, la utilización del guano como fertilizante, dispersión de semillas y la polinización de especies que dependen directamente de los murciélagos y que tienen gran valor económico para el ser humano (8).

Desde hace muchas décadas los murciélagos enfrentan amenazas severas principalmente por la destrucción antrópica de sus refugios y hábitats principales lo que ha llevado a varias especies a la extinción (8) En México existen 38 especies de quirópteros que están incluidos en la lista de especies que enfrentan riesgos de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001 (7)) y la amenaza de un patógeno capaz de eliminar poblaciones enteras de quirópteros de forma tan abrupta empeora las condiciones de muchas de estas especies ya de por si amenazadas; lo que aumenta la urgencia en obtener información acerca del patógeno así como de su presencia o ausencia en el país con el fin de tomar las medidas más eficaces y pertinentes para localizarlo, contenerlo o erradicarlo.

## Anexos

### Géneros presentes



***Acremonium sp.***

Las especies de *Acremonium* están ampliamente dispersas; se encuentran en materia orgánica en descomposición proveniente de plantas y hongos y tiene una alta incidencia en suelos y en el aire. Se ha reportado frecuentemente en infecciones humanas especialmente oculares y micetomas (13)



***Alternaria sp.***

**El género *Alternaria* está ampliamente distribuido en el ambiente y sus esporas se presentan frecuentemente en un rango de diversos hábitats. Son componentes regulares del suelo y el aire en todo el mundo. Algunas especies son patógenas de plantas y otras pueden causar reacciones alérgicas en individuos susceptibles (14)**

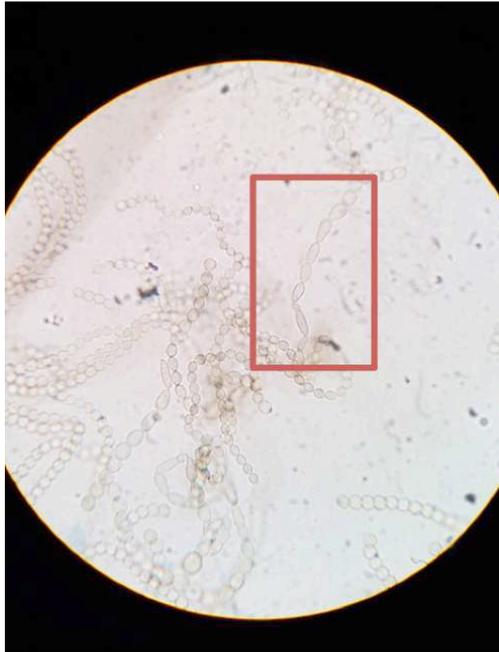


***Aspergillus sp.***



***Aspergillus sp.***

*Aspergillus* es un género diverso con un alto impacto económico y social. El género se encuentra en todo el mundo en diversos hábitats y son conocidos por degradar comida, generar micotoxinas y frecuentemente se reporta como patógeno en animales y humanos. Además, muchas especies son utilizadas en biotecnología para la producción de varios metabolitos tales como: antibióticos, ácidos orgánicos, medicinas, enzimas, o como agentes de muchos procesos de fermentación en la comida (15)



***Cladosporium sp.***

***Cladosporium* tiene una distribución cosmopolita y se encuentra comunmente en todo tipo de plantas y desechos orgánicos. Frecuentemente aislado de suelo, comida, textiles y otras materias orgánicas. Así mismo los conidios de *Cladosporium* representan el componente fúngico más encontrado en el aire. Son agentes de deterioro y a veces alérgenos o patógenos en plantas o animales (16)**



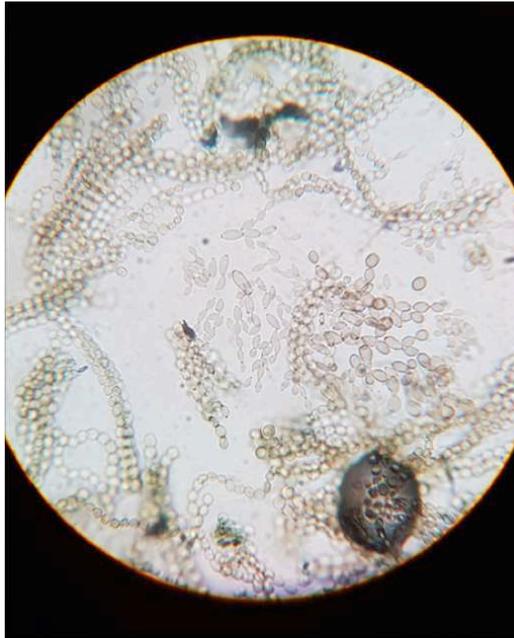
***Epicoccum nigrum***

***Epicoccum nigrum* es un hongo de distribución mundial que coloniza distintos tipos de suelos y plantas. Está primordialmente asociado con la descomposición primaria de tejidos vegetales. Es utilizado como un agente de control biológico de otros patógenos en plantas (17)**



***Gliocladium sp.***

***Gliocladium* representa un género de especies fúngicas con alto potencial biotecnológico. Entre las posibles sustancias que se pueden obtener a través del género *Gliocladium* cabe destacar su producción de hidrocarburos y su uso en la producción de biocombustibles. No hay reportes de daños causados por este hongo en cultivos; sin embargo, algunas especies de *Gliocladium* han sido reconocidas como agentes de la enfermedad del moho verde, que afecta algunas setas cultivadas (18)**



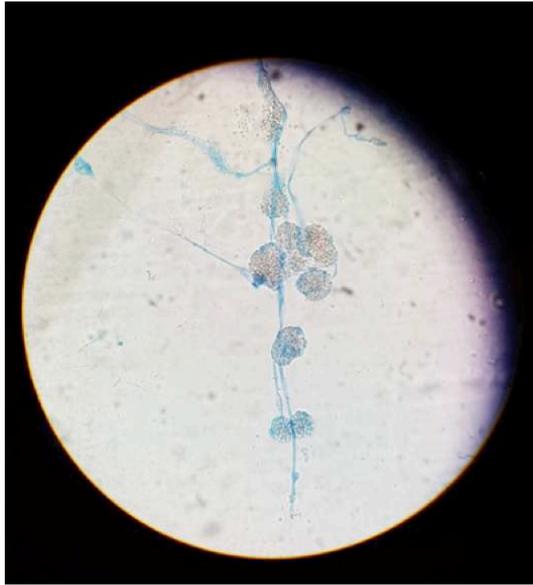
***Hyalodendron sp.***

**Parásitico o saprófito generalmente de la madera, importante para la producción de nuevos antibióticos como la Hyalodendrina (12)**



***Monascus sp.***

***Monascus* es un hongo xerófilo que crece en una amplia variedad de sustratos naturales como arroz, trigo y otros cereales; actualmente se utiliza para producir colorantes y para reducir los niveles de colesterol (19)**



***Mucor sp.***

**Este hongo generalmente es aislado del aire, aunque ha sido reportado en aislados de suelo. Varias especies de *Mucor* tienen aplicaciones biotecnológicas y se utilizan para elaborar distintos tipos de comida. Después de *Rhizopus* es el género clínico más relevante de los mucorales (20)(21)**



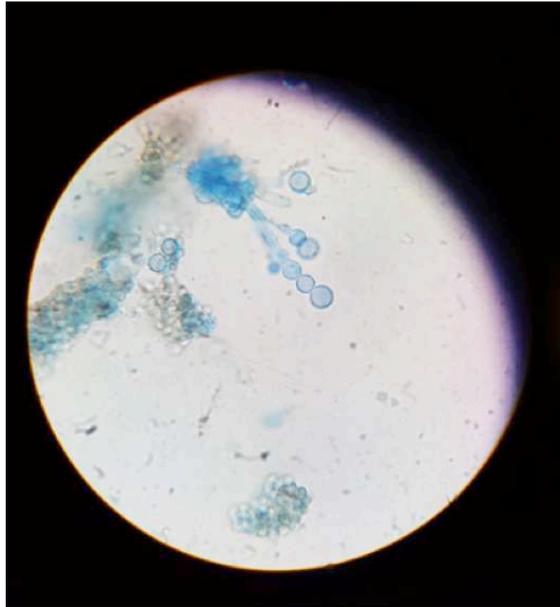
*Paecilomyces* sp.

**El género *Paecilomyces* son habitantes comunes de una amplia variedad de nichos ambientales como suelo y material orgánico en descomposición. Algunos se encuentran como agentes ocasionales de enfermedades humanas y animales (22)**



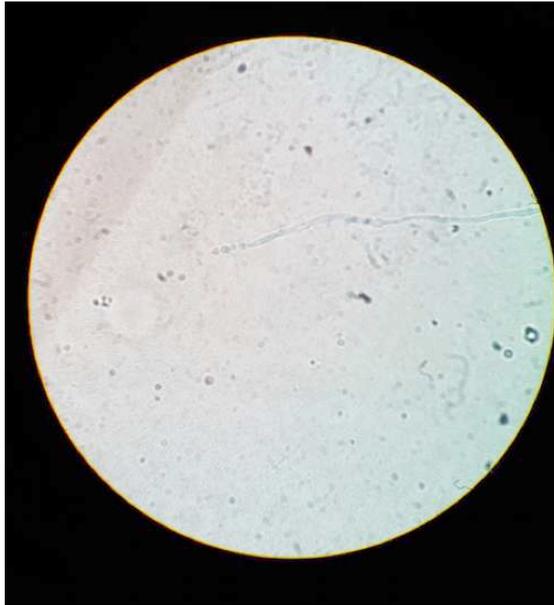
***Penicillium sp.***

***Penicillium* es un género de hongos que comprende más de 350 especies que juegan diversos roles en ecosistemas naturales, agricultura y biotecnología. Tienen aspectos benéficos y perjudiciales por igual; por ejemplo, la penicilina, con importantes aplicaciones médicas o enfermedades en un amplio rango de frutas, vegetales y productos de interés económico (23)**



***Scopulariopsis* sp.**

**El género *Scopulariopsis* comprende actualmente una distribución global y es aislado comunmente de muestras de suelo, aire y desechos orgánicos. Algunas especies han sido descritas como colonizadoreso patógenos en mamíferos, incluyendo humanos e insectos (24)**



***Wallemia sp.***

***Wallemia* es un género xerofílico aislado de comida en descomposición, agua y aire. Ha sido reportado en diferentes climas, desde fríos hasta tropicales. Se asocian con enfermedades del pulmón y alergias (25)**

<b>MUESTRA</b>	<b>No.</b>	<b>Géneros</b>
<b>MZA</b>	<b>8</b>	<i>Acremonium</i>
		<i>Aspergillus</i>
		<i>Cladosporium</i>
		<i>Hyalodendron</i>
		<i>Gliocladium</i>
		<i>Monascus</i>
		<i>Penicillium</i>
		<i>Scopulariopsis</i>
<b>NICO</b>	<b>6</b>	<i>Acremonium</i>
		<i>Cladosporium</i>
		<i>Paecilomyces</i>
		<i>Penicillium</i>
		<i>Scopulariopsis</i>
		<i>Simplicillium</i>
<b>PURI</b>	<b>8</b>	<i>Acremonium</i>
		<i>Alternaria</i>
		<i>Aspergillus</i>
		<i>Cladosporium</i>
		<i>Monascus</i>
		<i>Penicillium</i>
		<i>Rhizopus</i>
		<i>Scopulariopsis</i>
<b>CIH</b>	<b>12</b>	<i>Acremonium</i>
		<i>Alternaria</i>
		<i>Cladosporium</i>
		<i>Epicoccum</i>
		<i>Fusarium</i>
		<i>Monascus</i>
		<i>Mucor</i>
		<i>Paecilomyces</i>
		<i>Penicillium</i>
		<i>Rhizopus</i>
		<i>Scopulariopsis</i>
		<i>Wallemia</i>

## Referencias

- (1) Brook C. E., Dobson A. P. (2015). Bats as 'special' reservoirs for emerging zoonotic pathogens. *Trends Microbiol.* 23, 172–180. [10.1016/j.tim.2014.12.004](https://doi.org/10.1016/j.tim.2014.12.004)
- (2) Taylor, Claire & Gurr, Sarah. (2014). Fungal pathogenesis: Past, present and future. *Fungal Biology Reviews.* 28. [10.1016/j.fbr.2014.02.003](https://doi.org/10.1016/j.fbr.2014.02.003).
- (3) O'Donoghue AJ, Knudsen GM, Beekman C, et al. Destructin-1 is a collagen-degrading endopeptidase secreted by *Pseudogymnoascus destructans*, the causative agent of white-nose syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2015;112(24):7478-7483. doi: [10.1073/pnas.1507082112](https://doi.org/10.1073/pnas.1507082112).
- (4) Zukal J, Bandouchova H, Bartonicka T, Berkova H, Brack V, et al. (2014) White-Nose Syndrome Fungus: A Generalist Pathogen of Hibernating Bats. *PLoS ONE* 9(5): e97224. doi:[10.1371/journal.pone.0097224](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097224)
- (5) Verant ML, Boyles JG, Waldrep W Jr, Wibbelt G, Blehert DS (2012) Temperature-Dependent Growth of *Geomyces destructans*, the Fungus That Causes Bat White-Nose Syndrome. *PLoS ONE* 7(9): e46280. doi: [10.1371/journal.pone.0046280](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046280)
- (6) Frank CL, Michalski A, McDonough AA, Rahimian M, Rudd RJ, et al. (2014) The Resistance of a North American Bat Species (*Eptesicus fuscus*) to White-Nose Syndrome (WNS). *PLoS ONE* 9(12): e113958. doi:[10.1371/journal.pone.0113958](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113958)
- (7) Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 - 30 de Diciembre de 2010
- (8) Medellín, R. A., Arita, H. T., & Sánchez, O. (2008). Identificación de los murciélagos de México: Clave de campo. México: Instituto de Ecología, UNAM.
- (9) Flory, A. R., Kumar, S., Stohlgren, T. J., & Cryan, P. M. (April 01, 2012). Environmental conditions associated with bat white-nose syndrome mortality in the north - eastern United States: Landscape conditions for bat white-nose syndrome. *Journal of Applied Ecology*
- (10) Wilcox, A., Warnecke, L., Turner, J. M., McGuire, L. P., Jameson, J. W., Misra, V., Bollinger, T. C., Willis, C. K. R. (February 01, 2014). Behaviour of hibernating little brown bats experimentally inoculated with the pathogen that causes white-nose syndrome. *Animal Behaviour*, 88, 157-164.
- (11) Barron, G. L. (1968). *The genera of Hyphomycetes from soil*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- (12) Barnett, H. L. (Horace Leslie) & Hunter, Barry B (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi* (4th ed). APS Press, St. Paul, Minn
- (13) Bensch, Konstanze & Braun, Uwe & Groenewald, J.Z. & Crous, Pedro. (2012). The genus *Cladosporium*. *Studies in mycology.* 72. 1-401. [10.3114/sim0003](https://doi.org/10.3114/sim0003).
- (14) R.A. Samson, C.M. Visagie, J. Houbraken, S.-B. Hong, V. Hubka, C.H.W. Klaassen, G. Perrone, K.A. Seifert, A. Susca, J.B. Tanney, J. Varga, S. Kocsubé, G.

- Szigeti, T. Yaguchi, J.C. Frisvad, Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*, *Studies in Mycology*, Volume 78, 2014, Pages 141-173, ISSN 0166-0616
- (15) Guarro, Josep & Gams, W & Pujol, I & Gené, Josepa. (1997). *Acremonium* Species: New Emerging Fungal Opportunists—In Vitro Antifungal Susceptibilities and Review. *Clinical infectious diseases : an official publication of the Infectious Diseases Society of America*. 25. 1222-9. 10.1086/516098.
- (16) Patriarca, Andrea & Fernandez Pinto, Virginia. (2018). *Alternaria*. 10.1016/B978-0-08-100596-5.22572-9.
- (17) Fávoro, Léia & Melo, Fernando & Aguilar-Vildoso, Carlos & Araújo, Welington. (2011). Polyphasic Analysis of Intraspecific Diversity in *Epicoccum nigrum* Warrants Reclassification into Separate Species. *PloS one*. 6. e14828. 10.1371/journal.pone.0014828.
- (18) Castillo, Humberto & Rojas, Randall & Villalta, Manuel. (2016). *Gliocladium sp.*, agente biocontrolador con aplicaciones prometedoras. *Revista Tecnología en Marcha*. 29. 65. 10.18845/tm.v29i7.2707.
- (19) Babitha, S.; Soccol, C.R.; Pandey, A. Jackfruit seed—A novel substrate for the production of *Monascus* pigments through solid-state fermentation. *Food Technol. Biotechnol.* 2006, 44, 465–471.
- (20) Eduardo Álvarez, Josep Cano, Alberto M. Stchigel, Deanna A. Sutton, Annette W. Fothergill, Valentina Salas, Michael G. Rinaldi, Josep Guarro, Two new species of *Mucor* from clinical samples, *Medical Mycology*, Volume 49, Issue 1, January 2011, Pages 62–72
- (21) Watanabe, S “Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species,” Third Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 2010.
- (22) Gomes Junior, Plínio P, Amorim, Marleyne Afonso Accioly Lins, de Araújo, Filipe Purcell, da Silveira, Norma Suely Sobral, & de Amorim Júnior, Ademar Afonso. (2005). Occurrence of *Paecilomyces spp.* in Containers of Anatomic Pieces. *International Journal of Morphology*, 23(3), 209-210
- (23) Refai, Mohamed. (2015). Monograph on the genus *Penicillium*
- (24) Sandoval-Denis, Marcelo & Gené, Josepa & Sutton, Deanna & Cano, Jose & Hoog, Sybren & Decock, Cony & Wiederhold, Nathan & Guarro, Josep. (2015). Redefining *Microascus*, *Scopulariopsis* and allied genera. *Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*. 36. 10.3767/003158516X688027
- (25) Jančić, Sašo & Nguyen, Hai & Frisvad, Jens & Zalar, Polona & Schroers, Hans-Josef & Seifert, Keith & Gunde-cimerman, Nina. (2015). A Taxonomic Revision of the *Wallemia sebi* Species Complex. *PloS one*. 10. e0125933. 10.1371/journal.pone.0125933
- (26) Norma Oficial Mexicana – NOM-126-SEMARNAT-2000 – 30 de Enero de 2001
- (27) Norma Oficial Mexicana – NOM-010-SEMARNAT-1996 – 2 de Abril de 1996