



**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**Facultad de Ciencias Químicas**

**Licenciatura en Químico Farmacobiólogo**



Facultad de Ciencias Químicas BUAP

**ELABORACIÓN DE UN ATLAS DE  
IDENTIFICACIÓN ILUSTRADO DE HONGOS  
AMBIENTALES DE PARQUES DE LA CIUDAD  
DE PUEBLA EN EL PERIODO DE ENERO —  
JUNIO 2024**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Químico Farmacobiólogo

PRESENTA

p.Q.F.B. Aguila Sosa Eduardo

DIRECTOR DE TESIS

D.E.D. Ana Bertha Escobedo López

ASESORA DE TESIS

M.S.P. María de la Cruz Meneses Sánchez

H. Puebla De Zaragoza

Agosto 2025

## **Agradecimientos:**

A veces, el mayor reto al que uno puede enfrentarse es el que se impone uno así mismo. Esta tesis es el resultado de uno de esos retos. Durante la carrera busqué un área que resonara conmigo y la encontré en la micología. Entonces decidí dar un paso más allá y unir la micología y la ilustración. Lo que siguió fue un camino con cosas buenas, imprevistos, descubrimientos y cosas que me apasionan, que hacen que este trabajo sea el reflejo de un proceso de crecimiento tanto profesional como personal, por lo que quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en este largo camino académico y personal.

A mis padres, Héctor y Laura, pilares inquebrantables de mi vida. Les agradezco desde lo más profundo de mi corazón por su gran amor incondicional, su apoyo constante en cada decisión y por los innumerables sacrificios que hicieron para que yo pudiera alcanzar mis sueños. Su ejemplo de resiliencia y trabajo han sido mi mayor motivación, su fe, amor y confianza en mí han sido la fuerza que me ha impulsado siempre a seguir adelante para lograr mis objetivos. Gracias por ser mi hogar y mi refugio. Los amo.

A mi hermano Héctor, por ser un ejemplo a seguir en conseguir lo que uno quiere, te admiro mucho hermano, eres el ejemplo de que si quieres algo vas y luchas por el hasta conseguirlo. Gracias por tu apoyo incondicional, tus consejos y tu alegre compañía que han convertido cada etapa de mi vida en un camino mucho más cálido y divertido. Gracias por todo hermano, te amo.

A Omar y Ramón, gracias por ser ese tipo de amigos que se vuelven familia, por ser mi lugar seguro, mis confidentes y ser las personas que me han demostrado lo que es ser un amigo de verdad. Gracias por cada consejo, por cada palabra de aliento y por la confianza. No habría llegado hasta aquí sin su amistad, y su constante apoyo y motivación con este proyecto y en mi vida. Son un regalo de la vida y los quiero mucho.

A mi amiga Denisse. Gracias por ser esa amiga que nunca me puso un pero a la hora de que le pedí ayuda, siempre me apoyaste en todo este largo camino que fue la carrera y no tengo palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mí en lo académico así como en lo personal. Te considero también como parte de mi familia y no habría sido lo mismo sin ti. Te quiero mucho Denisse.

A mis amigos: Liliana, Roi'yd, Clarisa, Sebas, Diana y Bruno. Gracias por ser mis amigos, mis confidentes y el mejor grupo de apoyo que alguien podría pedir. Su amistad ha sido un faro de luz en los momentos donde más los necesite, así como en los momentos tristes, son increíbles, tienen esa capacidad para motivarme y alegrarme los días. También les agradezco por ser parte y estar en los momentos buenos. Este camino de la carrera y mi vida sin ustedes hubiera sido mucho más gris, solitario y complicado, sin sus consejos, risas y compañía, gracias por todo. Y una mención especial a mis amigos: Valeria, Oliver y Mauricio, por su peculiar motivación en el último tramo de este trabajo. A todos mis amigos les agradezco demasiado y los quiero mucho.

Esta tesis y atlas representa un largo trayecto de dedicación y aprendizaje, en el que conté con la guía y el apoyo en el laboratorio de mi directora de tesis Ana Bertha y mi asesora María de la Cruz. Les agradezco por sus enseñanzas, paciencia, compromiso con este proyecto y mi formación profesional. Igualmente quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los compañeros del SS y PP, quienes me brindaron su apoyo en el mantenimiento del cepario, facilitando así el desarrollo de este proyecto.

Mi más sincero agradecimiento a todos y a cada uno de ustedes por ser parte de este trabajo.

# ÍNDICE

Introducción:.....	5
Marco teórico: .....	6
Marco de referencia:.....	13
Planteamiento del problema:.....	17
Justificación:.....	18
Objetivos .....	19
Diseño de la investigación: .....	20
Resultados:.....	25
Discusión:.....	31
Conclusiones: .....	32
Referencias: .....	34
Anexos: .....	39

## Introducción:

Los hongos filamentosos (mohos) se diferencian, identifican y clasifican tradicionalmente por sus características macroscópicas de la colonia como los son: aspecto, tamaño, textura y color, en lo que corresponde a su morfología microscópica su identificación se basa en su mayoría en las características de cada género como su micelio y sus estructuras reproductivas. En el caso de las levaduras se puede realizar la diferenciación entre géneros por medio de pruebas bioquímicas similares a las utilizadas para bacterias. Por otra parte, existen herramientas de ingeniería molecular capaces de diferenciar y clasificar con un mínimo margen de error cualquier especie micológica pero el costo por ensayo y su disponibilidad en docencia y ciertas áreas de la salud pública, limitan su uso, además que su practicidad se ve limitada por la preparación del personal quien lo realiza, por lo que la diferenciación tradicional sigue siendo fundamental para la formación del estudiante universitario perteneciente al área de la salud.

Un atlas de identificación nos da una fuerte herramienta para poder diferenciar especies de hongos de una forma más rápida, existen atlas que son muy buenos en información pero no son tan llamativos, mi propuesta es buscar, aislar, identificar, ilustrar, diseñar y exponer la mayor cantidad de hongos contaminantes que se encuentran en el ambiente, en forma de unas llamativas infografías que será recopiladas en formato de atlas interactivo.

La ilustración científica ha estado presente desde hace muchos años en la mayoría de las formas en las que se nos ha presentado la información, desde los libros de texto gratuitos de la primaria hasta los artículos científicos que hemos leído en línea, libros sobre microbiología, incluso en revistas, pero la ilustración científica no solo esta presente en el área de las ciencias naturales, asimismo está en otras áreas como en la arquitectura, las ciencias sociales y humanidades.

En este atlas vendrán formas de identificación de hongos filamentosos, que son comunes en el ambiente, animales y que son causantes de tiñas o micosis en el hombre, cada hongo tendrá su ilustración hecha a mano en formato digital o tradicional y combinando diversas técnicas, igual estará acompañada de su

respectiva infografía que tendrá un icono o un código QR que los llevará a un video donde se explicará más a fondo del hongo en cuestión o procedimiento para ampliar la información de cada hongo o levadura encontrada en el ambiente.

## Marco teórico:

### **Introducción a la micología:**

Los hongos filamentosos, comúnmente llamados mohos, presentan una estructura vegetativa similar a las plantas, compuesta por filamentos microscópicos ramificados. Sus paredes celulares, principalmente de quitina, les proporcionan rigidez. Aunque otros polisacáridos como mananos y galactanos también están presentes, los carbohidratos constituyen la mayor parte de su pared celular. Proteínas, lípidos y minerales completan su composición, actuando como un cemento que une los componentes de la pared. (Estrada, 2019)

Los hongos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas al descomponer la materia orgánica compleja y reciclar nutrientes. Este proceso es esencial para mantener la fertilidad del suelo y garantizar el crecimiento de las plantas. A pesar de que algunos hongos pueden causar enfermedades en plantas, animales e incluso humanos, su contribución a los ciclos biogeoquímicos los convierte en un grupo de organismos de vital importancia para la vida en la Tierra. (Vargas, 2017)

Hay un sinnúmero de usos en los que los hongos son utilizados pueden ser empleados en diversas industrias como son la viticultura, la industria agrícola en usos como biocontroladores de plagas en cultivos de frutas y verduras como es el caso de *Trichoderma spp.* (Gúzman, 2023) o emplearse para la producción de ácido cítrico como *Aspergillus niger* (Trujillo, 2015) también muy conocidos como el *Penicillium spp.* en la producción de la penicilina. Los hongos están presentes en todo lo que nos rodea incluso se han aislado de lugares increíbles como coral, mejillones marinos y mariscos. De la misma forma en su mayoría hay hongos fitopatógenos que son los que infectan a las plantas y hongos oportunistas patógenos que al ver la oportunidad, infectan al ser humano o animales ocasionando las muy conocidas tiñas (Trujillo, 2020)

## Clasificación:

Macroscópicamente, los hongos pueden clasificarse en dos grupos principales: mohos, que forman colonias filamentosas y circulares, y levaduras, que generan colonias cremosas. A nivel microscópico, esta distinción se basa en su estructura: los mohos están compuestos por hifas, mientras que las levaduras son células individuales. Esta clasificación se ilustra en la figura 1. (Trujillo, 2015)

Figura 1. Clasificación de hongos con base en su morfología colonial y reproductiva.

Tipos de hongos <sup>2</sup>	Descripción
<i>Hyphomycetes</i> (hifomicetos)	Hongos filamentosos o mohos: a) Hialohifomicetos, sin pigmentos melánicos b) Feohifomicetos, con pigmentos melánicos
<i>Blastomycetes</i> (blastomicetos)	Hongos levaduriformes o levaduras
<i>Coelomycetes</i>	Hongos que nacen de cuerpos fructíferos asexuales cerrados (picnidios y acérvulos)

## Descripción de algunos tipos de hongos ambientales

### Actinomicetos:

Las actinobacterias son bacterias filamentosas del filo Actinobacteria y el orden Actinomycetales. Estas bacterias, principalmente saprófitas y grampositivas, se encuentran en hábitats terrestres y acuáticos, desempeñando un papel clave en la descomposición de materia orgánica en el suelo. Son valiosas por su capacidad para producir metabolitos secundarios, como antibióticos, actúan como agentes de biocontrol al suprimir enfermedades. (Hazarika, 2020)

### Dermatofitos:

Causan lesiones indolentes de la piel y sus apéndices, comúnmente conocidas como tiñas, sin propagarse típicamente a tejidos más profundos (Sherris, 2022).

Los dermatofitos son un grupo de hongos que infectan el estrato córneo de la piel, causando infecciones conocidas como dermatofitosis. Estas infecciones

representan un problema significativo para la salud tanto humana como animal a nivel mundial. La transmisión puede ocurrir entre animales o de animales a humanos, lo que puede provocar brotes en personas expuestas, especialmente en ambientes donde hay contacto cercano con animales infectados. (Rómulo, 2022)

### **Dimórficos:**

Los hongos dimórficos son un grupo de organismos que pueden crecer como levadura o micelio en función de las condiciones ambientales. Estos cambios en el crecimiento pueden inducir una transición morfológica entre levadura y micelio, o viceversa. Esta capacidad los convierte en un objeto de estudio interesante para investigar los mecanismos bioquímicos y moleculares involucrados en la diferenciación celular. (Melito, 2013).

### **Hialinos**

Hongos miceliales que presentan micelio hialino o con pigmentos claros, nunca negros o marrones (Reynaldi, 2021).

### **Dematiáceos:**

Los hongos dematiáceos son un grupo heterogéneo de microorganismos capaces de sintetizar melanina. Las infecciones de este grupo que producen hifas en tejidos se denominan feohifomicosis y generalmente afectan la piel y tejidos vecino (Ferreyra, 2020).

### **Zigomicetos**

Son hongos de crecimiento rápido, bastante comunes en el ambiente donde su identificación se basa en la forma de sus esporangiosporas, son bastante conocidos por ocasionar zigomicosis (Torres, 2007).

### **Levaduras**

Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la descomposición

mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias (Manríque, 2015).

Las levaduras pueden ser patógenas, son un eslabón importante en la industria alimenticia, numerosas especies están involucradas en procesos de fermentación industrial tales como la producción de pan y bebidas alcohólicas (Jayatilake, 2009)

### **Clasificación de hifas:**

Algunos hongos, están formados por filamentos que son estructuras elementales multicelulares que reciben el nombre de hifas, las cuales crecen por alargamiento de las puntas o por ramificación, denominadas con el nombre de “micelio”.

Las funciones de la hifa o micelio se clasifican de acuerdo con su constitución física y funcional:

#### **Por su origen:**

- Hifas verdaderas:** se forman a partir de la germinación de un conidio o espora, pertenecientes a los hongos filamentosos y macromicetos.

- Pseudohifas o pseudofilamento:** la reproducción es por gemación, que son células redondas que en algunas especies estas células quedan unidas a la célula madre, y se alargan formando una estructura similar a la hifa verdadera, la cual se forma por lo regular cuando el micelio nutricional es pobre.

#### **Por función:**

- Micelio vegetativo o de nutrición:** asegura el desarrollo, nutrición, fijación y edificación de la parte reproductora. En el medio de cultivo, este micelio es el que penetra a través del agar.

- Micelio aéreo:** las hifas crecen sobre la superficie del agar y es el encargado de soportar las estructuras de reproducción.

En el micelio aéreo se desarrollan las características del hongo, que de acuerdo con el género o especie que pertenezcan van a ser de diferentes formas y colores.

•**Micelio fértil o reproductivo:** parte del micelio de donde surgen las estructuras de reproducción. (Arenas, 2014)

De acuerdo con la presencia o ausencia de pigmentos:

•**Micelio hialino:** es aquel que carece de pigmento (por ejemplo, los hialohifomicetos o zigomicetos).

•**Micelio pigmentado:** se caracterizan por tener pigmento, sobre todo melánico (por ejemplo, feohifomicetos o dematiáceos) y otros producen pigmento carotenoide (por ejemplo, Rhodotorula).

**Por el diámetro:**

•**Micelio microsifonado:** menor a 1  $\mu\text{m}$ , característico de los actinomicetos.

•**Micelio macrosifonado:** mayor a 1  $\mu\text{m}$ , perteneciente a los hongos filamentosos y macromicetos en el subsuelo.

La presencia o ausencia de divisiones o septos:

•**Micelio septado:** tabiques o divisiones, cada septo es un canal de comunicación en donde hay un intercambio de nutrientes, como de otras sustancias, mediante poros.

•**Micelio aseptado o cenocítico:** Ausencia de divisiones, característico de los Mucorales. Los hongos presentan diferentes modalidades de las hifas en su forma y constitución.

## **Conservación**

El almacenamiento es uno de los mayores problemas en la conservación de hongos, ya que pocos laboratorios cuentan con tecnologías como la liofilización o el uso de nitrógeno líquido (Brilhante, 2004). Es por ello por lo que muchos micólogos se han visto en la necesidad de buscar técnicas sencillas y más accesibles (Fernández, 2005).

Los métodos más recomendados para conservar las cepas de hongos son la criopreservación y la liofilización. Se recomienda que cada cepa se almacene de dos formas diferentes, al menos una de esas formas de guardar la cepa debe liofilizarse o almacenarse a baja temperatura para así minimizar los cambios en la genética. (WFCC, 2010)

### **Criopreservación:**

Este proceso busca garantizar la estabilidad de materiales microbiológicos a temperaturas criogénicas. Algunos hongos miceliales resisten entre hasta  $-80^{\circ}\text{C}$  por largos períodos, mientras que las levaduras pueden soportar hasta  $-150^{\circ}\text{C}$ . Durante la congelación, las células experimentan cambios según la duración del proceso por lo que este proceso debe ser cuidadoso.

### **Liofilización**

Este es el mejor método para preservar cultivos celulares sin alterar sus características. Consiste en eliminar el agua celular mediante presión reducida (liofilización), usando crioprotectores como leche, suero o glutamato de sodio. La muestra se congela y se somete a vacío hasta sublimar el agua intracelular, la cepa se puede mantener hasta por 20 años y mantiene sus propiedades (Fernández, 2005).

### **Métodos alternativos**

Estos son los métodos que se utilizan cuando no se puede utilizar la liofilización o la criopreservación, ya sea porque no se dispone del equipo necesario o porque la cepa no resiste las condiciones de almacenamiento. (García, 2000)

**Almacenamiento en agua destilada o Método Castellani:** Es el método más utilizado para la conservación de cepas y proporciona altos porcentajes de viabilidad para hongos filamentosos y levaduriformes. Consiste en suspender microorganismos en agua esterilizada en crioviales. Se ha comprobado que las cepas conservan sus características morfológicas y fisiológicas, aunque aún no se ha demostrado si pierden su virulencia y factores de fermentación. (García, 2000)

Las ventajas de este método son que es un proceso rápido, económico, sencillo, seguro y capaz de garantizar la integridad del microorganismo (López, 2005).

### **Métodos restringidos**

Se trata de técnicas que permiten la viabilidad de los cultivos entre 2 y 5 años. Estos métodos se basan en detener el crecimiento eliminando el agua disponible para las cepas (García, 2000). La desecación se realiza sobre diferentes soportes (arena, papel de filtro, gel de sílice, perlas de vidrio o plástico, etc.), así como el almacenamiento en tierra, parafina líquida y glicerol, métodos bien fundamentados especialmente para los hongos (Unda, 2011). Finalmente, la elección de la técnica de conservación dependerá del microorganismo, por lo que lo mejor es revisar la literatura y buscar alternativas para un correcto mantenimiento del cepario.

### **Ilustración científica:**

La ilustración científica es una rama de la ilustración artística y una herramienta fundamental para comprender el conocimiento. El adjetivo “científico” enfatiza que la información que proporciona encuentra su fuente en la ciencia. Y como su nombre indica, es un tipo de dibujo cuyo principal objetivo es transmitir información científica, por lo que la precisión y el detalle son puntos clave en este tipo de trabajos. El objetivo principal del dibujo científico es ayudar a comprender lo que se representa, proporcionando mucha más información y aportando más claridad al tema que cualquier conjunto de palabras utilizadas para describirlo. La misión de los ilustradores científicos es proporcionar ilustraciones claras y concisas que representen adecuadamente conceptos y datos, reproduciendo fielmente las características morfológicas del objeto para que los lectores puedan identificarlo perfectamente y sin dudas. El mundo de la ilustración se ha adaptado a los nuevos tiempos. Las técnicas tradicionales se han mezclado con técnicas digitales, abriendo nuevas posibilidades para los ilustradores, quienes deben estar siempre a la vanguardia de la tecnología, sin perder los fundamentos de las técnicas manuales (Pérez, 2013).

## **Ebook**

Es el término utilizado para los libros digitales, que se pueden leer en dispositivos electrónicos como computadoras, teléfonos móviles, tabletas y lectores de libros electrónicos (PROFECO, 2016). Las propuestas educativas que recurren al uso de libros electrónicos radican en el potencial creativo e innovador que puede ser descubierto, pues derivado de diversos experimentos donde se han implementado se ha llegado a la conclusión que los Ebook permiten la mejora de los procesos de comprensión y de aprendizaje (Gallo, et al. 2019). El uso de este tipo de libros es una forma de aprendizaje que tiene el potencial de transformar la realidad educativa que tenemos ahora y de responder a las necesidades de formación educativa (Haro et. al., 2018)

De entre las ventajas de los libros electrónicos entra la labor de capacitación y profesionalización docente, se encuentra la posibilidad de ser aplicado tanto en el modelo presencial, virtual o aprendizaje mixto(Orobio et al., 2020). Ya que al ser llamativos como el diseño, la interactividad, la riqueza del contenido van a influir en la aceptación del mismo (Almekhlafi, 2021) cuidando la cantidad de elementos incrustados, pues una interfaz muy cargada de contenidos resulta poco atractiva (Susantini et al., 2021). La integración de las tecnologías por parte de docentes y estudiantes en los procesos de enseñanza-aprendizaje universitario depende, en gran medida, de si se cuenta con los equipos necesarios para su lectura (Arancibia, et al. 2019).

### **Marco de referencia:**

En este trabajo de tesis es una nueva propuesta para la difusión, divulgación del conocimiento de hongos ambientales de la ciudad de Puebla, no se encontró un trabajo en específico similar por lo que se usaron algunos trabajos similares como una base en metodología y en inspiración para el diseño del atlas.

**•Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivadas en la sabana de bogotá (Arias, 2008)**

En esta tesis, se hizo un muestreo de diversos invernaderos y fincas de la sabana de Bogotá donde, escogían muestras de raíces podridas y flores infectadas con hongos, hubo una variedad limitada de hongos en este trabajo donde el hongo más predominante fue *Botrytis spp.*

**•Identificación cualitativa de hongos ambientales presentes en dos hospitales veterinarios de pequeñas especies del estado de Puebla.**

(Zenteno, 2015)

En este trabajo de tesis se lograron identificar 15 géneros diferentes de hongos contaminantes a partir de un muestreo ambiental en 17 áreas distintas en dos hospitales veterinarios del Estado de Puebla. Donde la especie predominante fue *Cladosporium spp.* con el 14.49% de las 69 muestras aisladas en ambos hospitales.

**•Hongos hyphomycetes de áreas tropicales y semitropicales del Estado de Veracruz (1998)** Este fue un proyecto financiado por el estado de Veracruz donde en el año de 1997 donde se hicieron varios muestreos ambientales de las selvas del estado de Veracruz, se encontraron un total de 167 especies y su base de datos es de libre acceso en la página del gobierno.

**•Relación entre la calidad del aire y los conidios del género *Cladosporium* en la zona Metropolitana del valle de Toluca, Estado de México” (Lozada, 2019)**

De Mayo del 2017 a Marzo 2018 se hicieron 20 muestreos por zona donde se usaron un total de 360 cajas Petri con 4746 colonias donde se pudieron caracterizar un total de 75 géneros diferentes, donde *Cladosporium spp.* fue el más predominante seguido de *Alternaria spp.*

**•Micoteca: Colección de cultivos de hongos, una herramienta para el aprendizaje y enseñanza de la micología médica y su aplicación en el control de calidad. (Guerrero, 2015)**

En este trabajo nos habla sobre la micoteca que consta de una colección de 305 cepas preservadas en alguna de las diferentes técnicas: Glicerol 10%, arena, chakirón, SSI al 0.9%, agua, formol 10%. Con 498 preparaciones fijas de las estructuras micóticas y 91 cepas momificadas.

**•Muestreo, aislamiento, caracterización y estudio micoquímico de organismos fúngicos de la región de Humedal Valsequillo. (Delfín, 2021)**

En este trabajo se logra caracterizar 42 organismos fúngicos diferentes por medio de un diseño experimental de muestreo discrecional-aleatorio en el cual se colectaron las muestras a través de la técnica de placas de tierra y de sedimentación por gravedad. Se identificaron cuatro hongos pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Sclerotinia*, *Pycnoporus*. y *Rizhopus*.

**•Variación temporal de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia* y *Venturia* en el aire del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México” (Rocha, 2013)**

Se estudió la variación temporal de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium*, *Coprinus*, *Curvularia* y *Venturia* en el aire del área metropolitana de Monterrey (AMM) durante el período entre noviembre del 2007 a octubre del 2008. Del total de esporas registradas en el aire del AMM el 83% pertenecen a *Alternaria* (6 %), *Cladosporium* (69 %), *Coprinus* (3 %), *Curvularia* (2 %) y *Venturia* (3 %).

**•Presencia de agentes potenciales causantes de infecciones subcutáneas humanas en suelo y plantas en el estado de Puebla, México (Espinosa, 2017)**

Este estudio se realizó en 11 municipios de la ciudad de Puebla (Atlixco, Chignahuapan, Cholula, Ciudad Serdán, Izúcar de Matamoros, Tecali de Herrera, Tecamachalco, Tehuacán, Tepexi de Rodríguez, Puebla y Zacatlán). Donde se obtuvo un total de 50 muestras con una distancia de 100 metros cada una, usaron hojas y muestras de suelo. De los 281 hongos aislados, 133 (47.3%) fueron recuperados de suelo, y 148 (52.7%) de plantas. En ambas formas los que tuvieron mayor presencia en el muestreo fueron los hongos *Fonsecaea pedrosoi* y *Cladophialophora carrionii*.

**•Importancia de los hongos del género *Alternaria* en el Desarrollo de afecciones alérgicas en México. (Velásquez 2022)**

El estudio es una recopilación bibliográfica sobre como *Alternaria* y *Cladosporium* son hongos presentes en los casos de alergias, asma y conjuntivitis a niños menores de 10 años, también nos dice de como la temporada donde hay una mayor concentración de esporas es en verano-otoño.

## Planteamiento del problema:

Actualmente la identificación de hongos filamentosos se basa en el análisis de características morfológicas a través de la forma macroscópica, microscopía y por pruebas genéticas. Las pruebas genéticas requieren de un conocimiento especializado y acceso a equipos de laboratorio de muy alto precio. Ante esta situación, surge la necesidad de desarrollar herramientas más accesibles que permitan una identificación rápida y precisa de los hongos filamentosos. La propuesta de un Ebook interactivo en formato de atlas representa una buena opción para los estudiantes y micólogos, al combinar imágenes de alta calidad, descripciones detalladas y herramientas de búsqueda intuitivas para facilitar la identificación de hongos filamentosos. Además de que se carecen de investigaciones similares en las áreas específicas de la ciudad de Puebla sobre que especies de hongos se pueden encontrar en dichas áreas.

Por lo que se plantea la siguiente pregunta científica

¿Será relevante la elaboración de un atlas ilustrado de hongos ambientales diferente a los ya existentes?

## Justificación:

Mi propuesta consiste en realizar un estudio exhaustivo para aislar e identificar la mayor diversidad posible de hongos ambientales presentes en los parques seleccionados de la ciudad de Puebla. A través de este trabajo, se generará un atlas micológico interactivo, presentando infografías fáciles de comprender. Este recurso no solo proporcionará información actualizada sobre la micodiversidad de la ciudad de Puebla, sino que también representará una herramienta innovadora para la divulgación científica. Con esto se busca aportar una herramienta para ayudar a los alumnos y a la docencia relacionada con la micología así como caracterizar los géneros fúngicos presentes en la ciudad de Puebla a, su respectiva predominancia y aumentar la cantidad de hongos presentes en el cepario del departamento de microbiología.

## Objetivos

### **Objetivo general:**

Elaborar un atlas ilustrado de hongos ambientales de parques de la ciudad de Puebla en forma de libro interactivo.

### **Objetivos específicos:**

- Aislar e identificar la mayor cantidad de hongos ambientales de parques de la ciudad de Puebla, para la elaboración de un atlas ilustrado en forma de Ebook.
- Obtener mediante las técnicas de Rush Munro y microcultivo, imágenes representativas para su descripción macroscópica y microscópica para el atlas.
- Aumentar la cantidad de hongos del cepario del departamento de microbiología que pueden usarse para temas de investigación y docencia.
- Obtener cuales son los hongos filamentosos más predominantes de cada zona y de la ciudad.

## Diseño de la investigación:

### Tipo de estudio:

**Experimental:** Se realizará para identificar la diversidad de hongos presentes en diversos parques de la ciudad de Puebla, determinando la presencia de los hongos ambientales.

**Transversal:** Las muestras se tomarán una sola vez por cada muestreo en la zona indicada con 10 placas de ADS por 20 minutos.

**Prospectivo:** El presente estudio parte de cero en el campo y así mismo, pretende proveer una nueva forma de presentar hongos ambientales y una base para futuros estudios e investigaciones dentro de la facultad.

### Investigación de campo:

**Universo:** Parques de la ciudad de Puebla . Como se muestra en este mapa (Figura 3), dividí el mapa en 4 áreas:

NO: Noroeste

NE: Noreste

SO: Suroeste

SE: Sureste

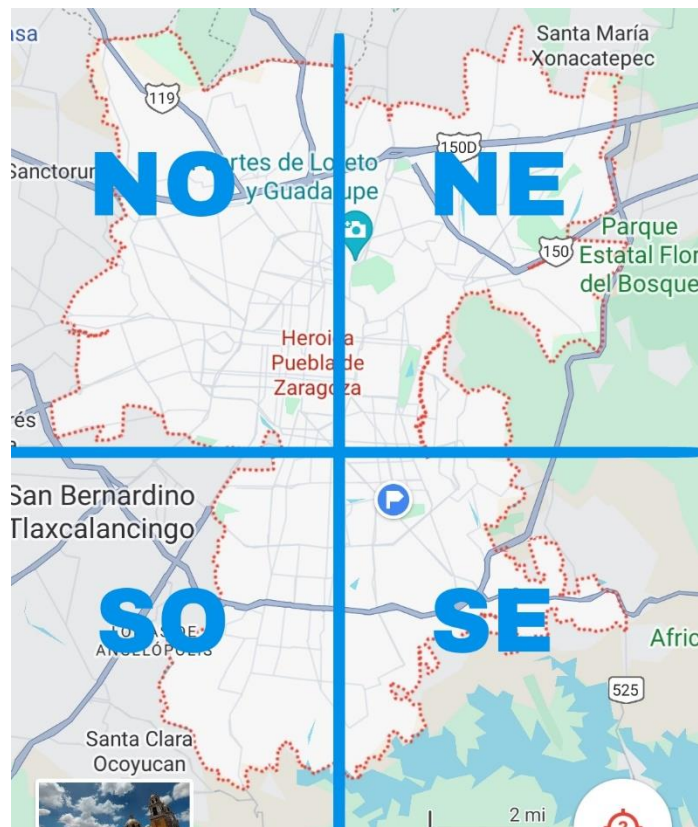
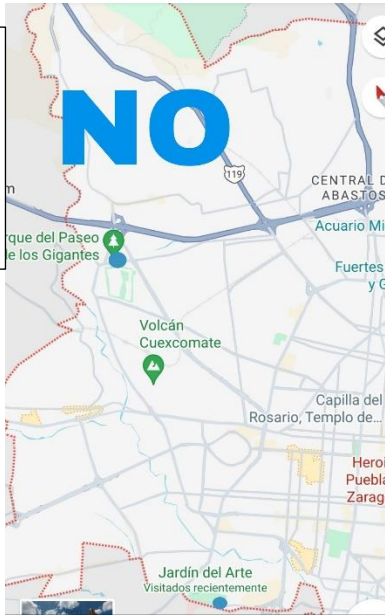


Figura 3. Mapa dividido por zonas de la ciudad de Puebla

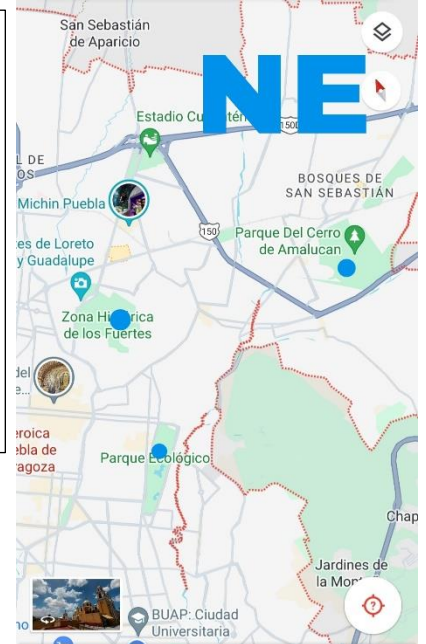
NO:

- Paseo de los gigantes
- Jardín del arte



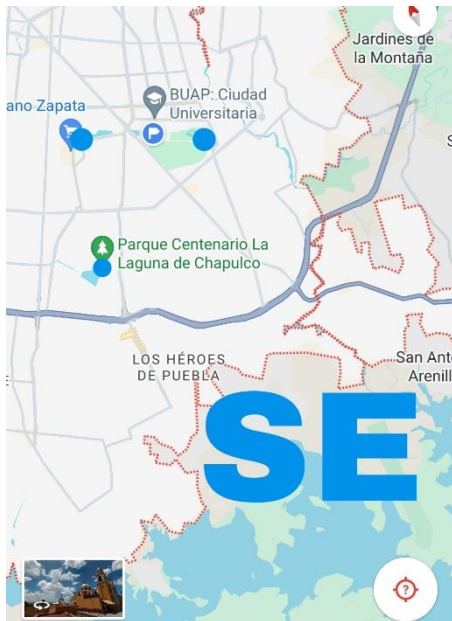
NE:

- Parque ecológico.
- Parque del cerro de Amalucan.
- Lago La Concordia



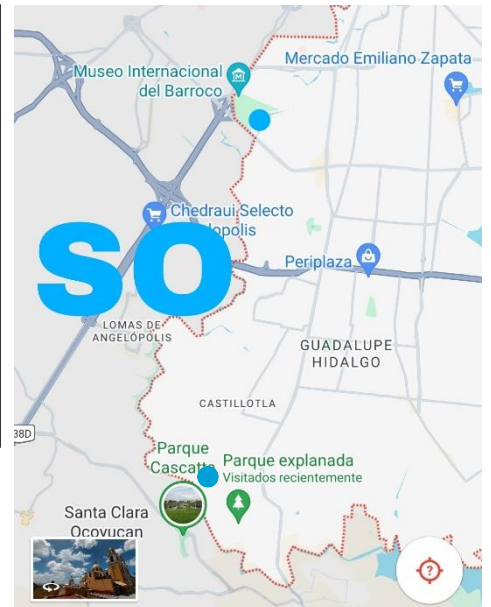
SE:

- Jardín Botánico.
- Laguna de San Baltazar
- Laguna de Chapulco



SO:

- Ecoparque
- Centro cultural la Carmela.



**Muestras:** Ambientales provenientes de áreas de mucha vegetación.

**Criterios de inclusión:** Muestras del ambiente de diversas áreas donde podría haber un mayor número de esporas de hongos ambientales de preferencia en lugares húmedos.

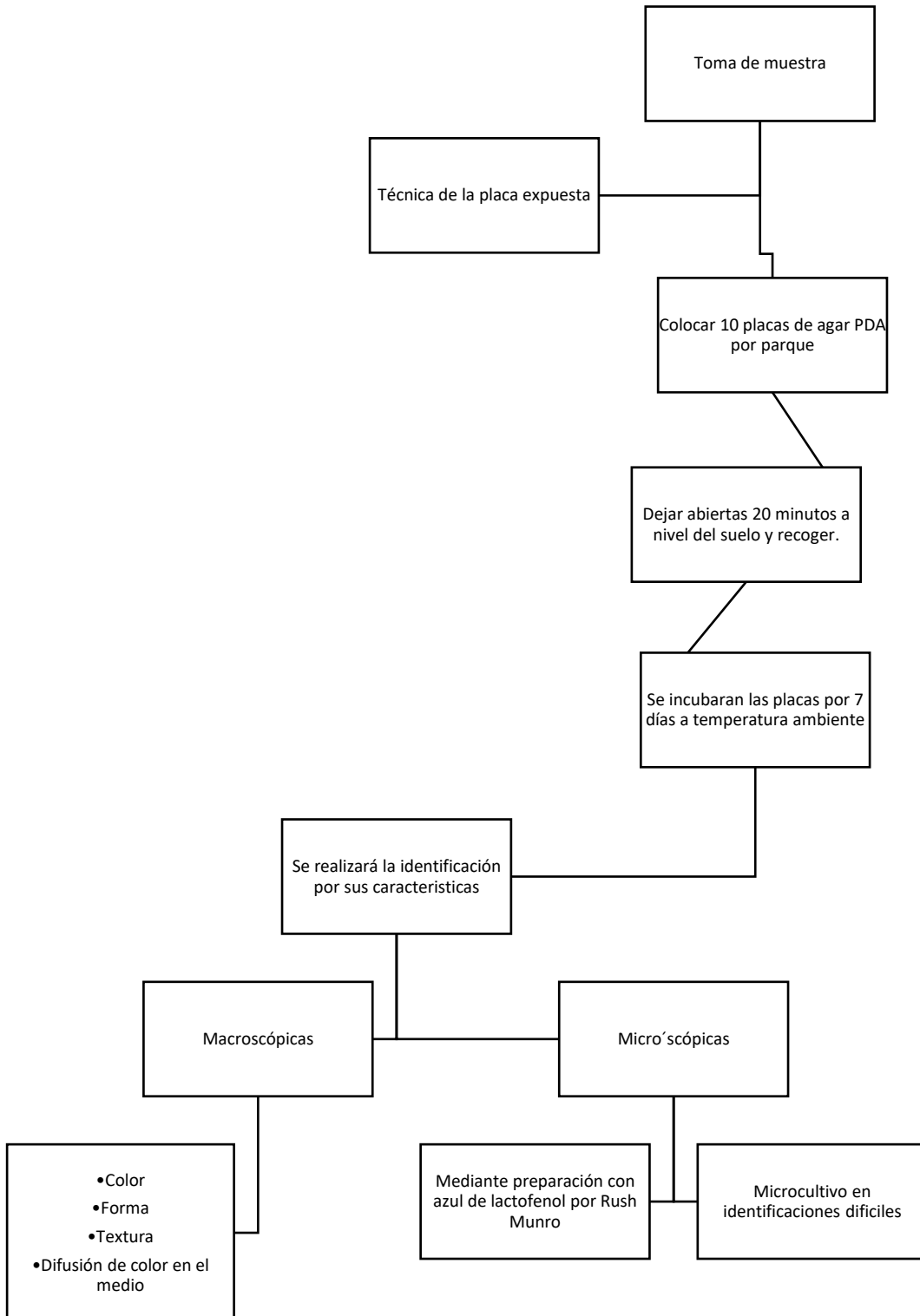
**Criterios de exclusión:** Placas ambientales con mucha cantidad de crecimiento de hongos ambientales donde se imposible tomar muestra, por ejemplo una placa con crecimiento masivo de un hongo que se encime en los demás.

**Materiales y metodología:**

Materiales	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Autoclave</li><li>•Cajas Petri de 100x15 mm de plástico y vidrio.</li><li>• Matraces Erlenmeyer</li><li>•Tubos de ensaye</li><li>• Parrilla eléctrica</li><li>• Portaobjetos y cubre objetos</li><li>• Microscopio</li><li>• Cinta adhesiva</li><li>•Pinzas</li><li>•Tijeras</li><li>•Algodón</li><li>•Varillas de vidrio</li><li>•Papel filtro</li><li>•Asa micológica.</li><li>•Asa bacteriológica.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Agar papa dextrosa</li><li>•Alcohol</li><li>•Azul de lactofenol</li></ul>

## Metodología:

### Mapa de la toma de muestra



# Mapa de la metodología a realizar



Realización del muestreo ambiental

Aislar los hongos que no se tengan el cepario

Elaboración de microcultivo o Rush Munro del hongo de interés



Identificación del hongo

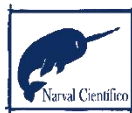
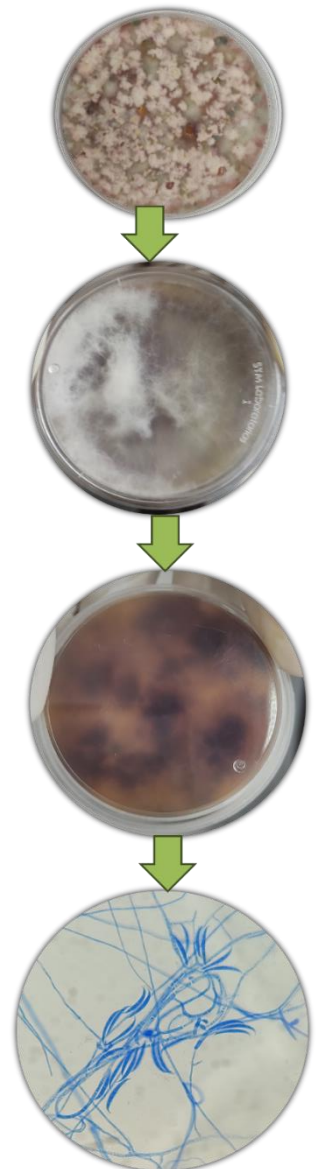
Toma de fotos y video, subir a la nube

Resiembra constante, mantenimiento de cepas

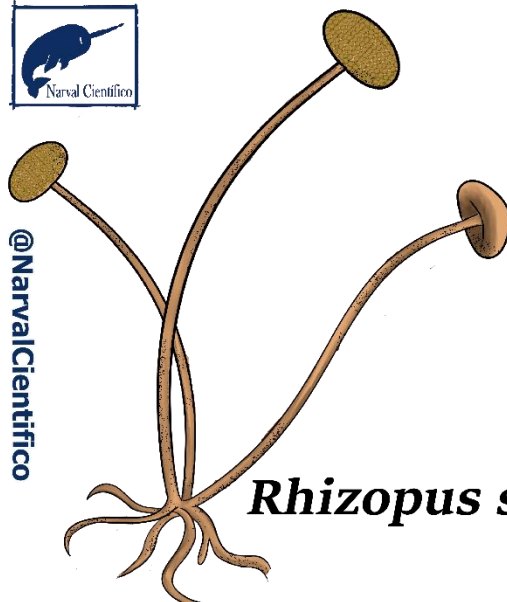
Creación de ilustración

Realización de infografía y video

Realizar el diseño del atlas.



@NarvalCientífico



*Rhizopus spp.*



## Resultados:

En este trabajo se realizó un solo muestreo por cada uno de los 10 parques seleccionados de la ciudad de Puebla: Paseo de los gigantes, Jardín del arte, Parque ecológico, Parque del cerro de Amalucan, Lago La Concordia, Jardín Botánico, Laguna de San Baltazar, Laguna de Chapulco, Ecoparque Metropolitano y Centro Cultural La Carmela, se usaron 100 placas de PDA donde se obtuvieron 3722 colonias de las cuales se lograron purificar un total 30 géneros diferentes de hongos filamentosos y levaduras, en el apartado de Anexos se encuentra el Atlas interactivo. En la siguiente tabla (Tabla 2) están las especies del muestreo total. En la Tabla 3 están las fotos de todas las especies.

Tabla 2. Especies totales del muestreo

Especies encontradas:	
<i>Acremonium spp.</i>	<i>Fonsecaea spp.</i>
<i>Alternaria spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Geotrichum spp.</i>
<i>Aureobasidium spp.</i>	<i>Microsporium spp.</i>
<i>Beauveria spp.</i>	<i>Mucor spp.</i>
<i>Blastomyces spp.</i>	<i>Paecilomyces spp.</i>
<i>Botrytis spp.</i>	<i>Penicillium spp.</i>
<i>Candida spp.</i>	<i>Phoma spp.</i>
<i>Chrysonilia spp.</i>	<i>Rhizopus spp.</i>
<i>Cladophialophora spp.</i>	<i>Rhodotorula spp.</i>
<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Scopulariopsis spp.</i>
<i>Cryptococcus spp.</i>	<i>Talaromyces spp.</i>
<i>Curvularia spp.</i>	<i>Trichoderma spp.</i>
<i>Epicoccum spp.</i>	<i>Trichophyton spp.</i>
<i>Exserohilum spp.</i>	<i>Verticillium spp.</i>

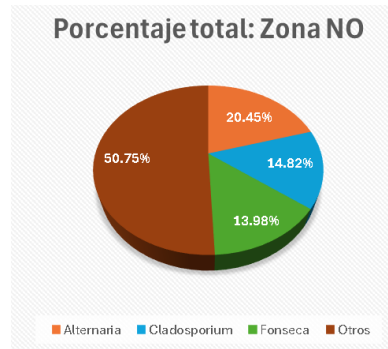
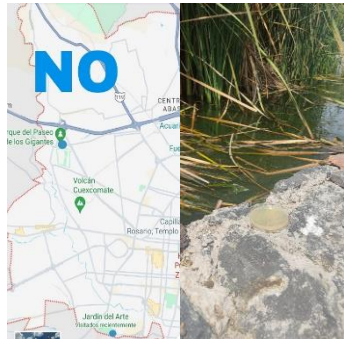
Tabla 3: Fotografías de los 30 géneros encontrados en este trabajo.



Por la gran cantidad de datos obtenidos en este trabajo opte por recopilar los resultados por zonas:

### NO (Noroeste):

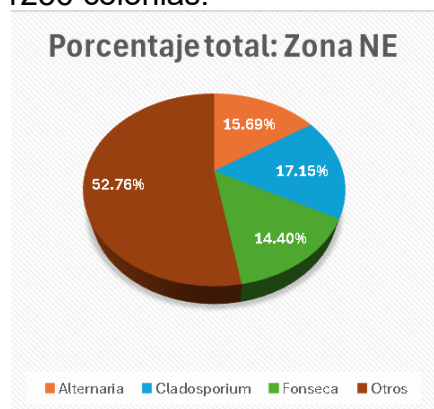
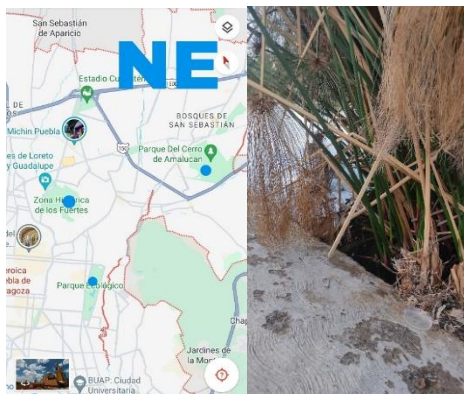
En esta zona incluye el Paseo de los Gigantes y el Jardín del Arte, a continuación se muestra el porcentaje de géneros más predominantes. Se obtuvieron un total de 479 colonias en esta zona.



Del porcentaje total de colonias se puede observar que el género más predominante de los muestreos de esta zona fue *Alternaria spp.* con un 20.45% del porcentaje total, seguido de *Cladosporium spp.* y en tercer lugar queda *Fonsecae spp.* las demás especies encontradas en esta zona al no tener una presencia mayor al promedio fueron colocadas en “Otros”.

### NE (Noreste) :

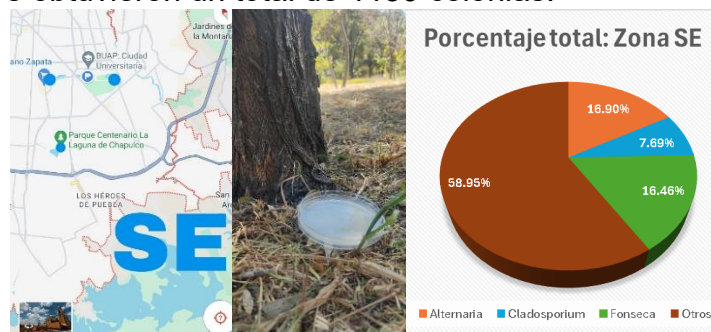
Esta zona incluye Parque Ecológico, el parque del cerro de Amalucan y el lago de la concordia. Se obtuvieron un total de 1236 colonias.



Del porcentaje total de colonias se puede observar que el género más predominante de los muestreos de esta zona fue *Cladosporium spp.* con un 17.15% seguido de *Alternaria spp.* y en tercer lugar queda *Fonsecae spp.* las demás especies encontradas en esta zona al no tener una presencia mayor al promedio fueron colocadas en “Otros”.

### SE (Sureste):

Esta zona incluye el Jardín Botánico, Laguna de San Baltazar y Laguna de Chapulco. Se obtuvieron un total de 1130 colonias.

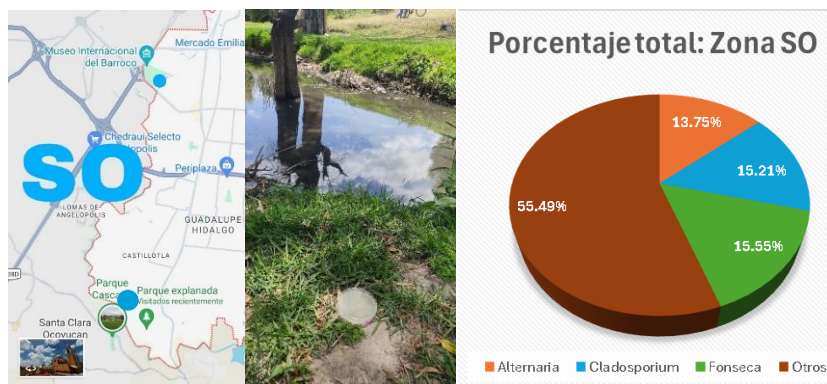


Del porcentaje total de colonias se puede observar que el género más predominante de los muestreos de esta zona fue *Alternaria spp.* con un 16.90% del porcentaje total, seguido de *Fonsecae spp.* con 16.46% con una predominancia bastante similar. Las demás especies encontradas en esta zona al no tener una presencia mayor al promedio fueron colocadas en “Otros”.

### SO (Suroeste):

Esta zona incluye el Ecoparque metropolitano y el Centro Cultural la Carmela.

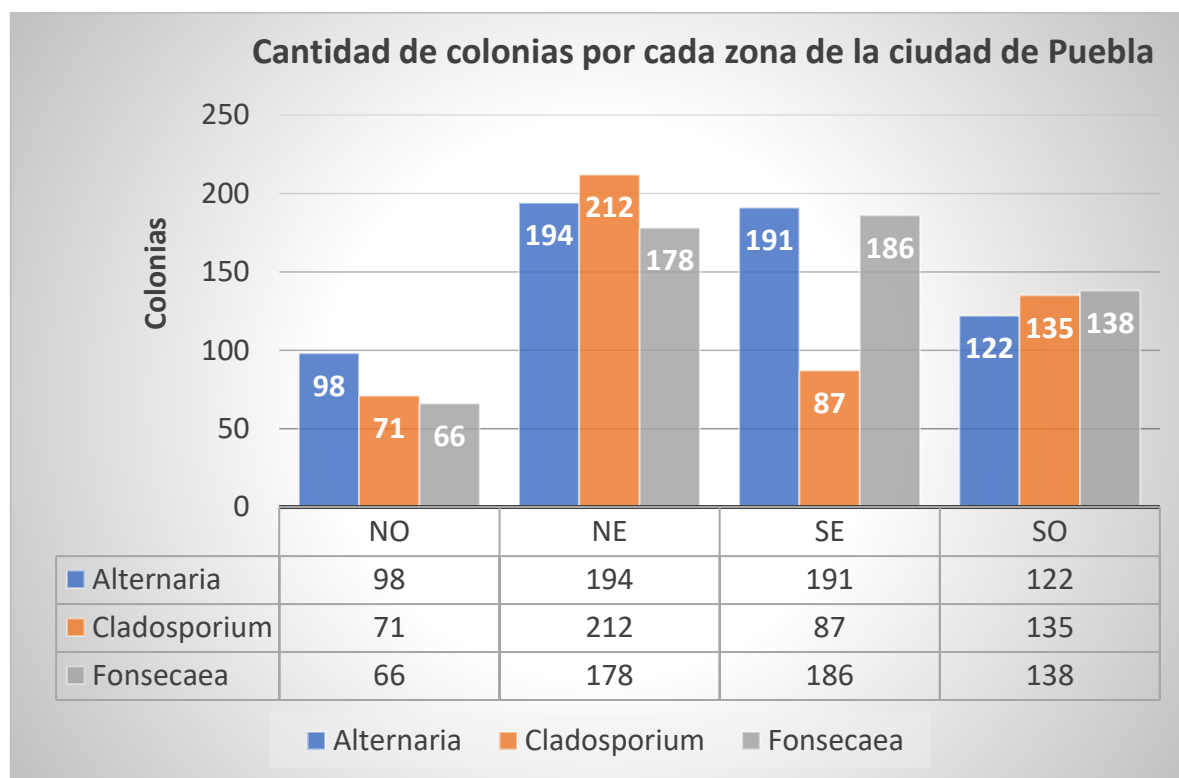
Se obtuvieron 887 colonias.



Del porcentaje total de colonias se puede observar que el género más predominante de los muestreos de esta zona fue *Fonsecae spp.* con un 15.55% del porcentaje total, seguido de *Cladosporium spp.* con una predominancia similar y en tercer lugar queda *Alternaria spp.* Las demás especies encontradas en esta zona al no tener una presencia mayor al promedio fueron colocadas en “Otros”.

Se muestra a continuación (Grafica 1) la comparación de colonias encontradas de los hongos más predominantes (*Alternaria spp.*, *Fonsecae spp.*, *Cladosporium spp.*) separados por las diferentes zonas de la Ciudad de Puebla.

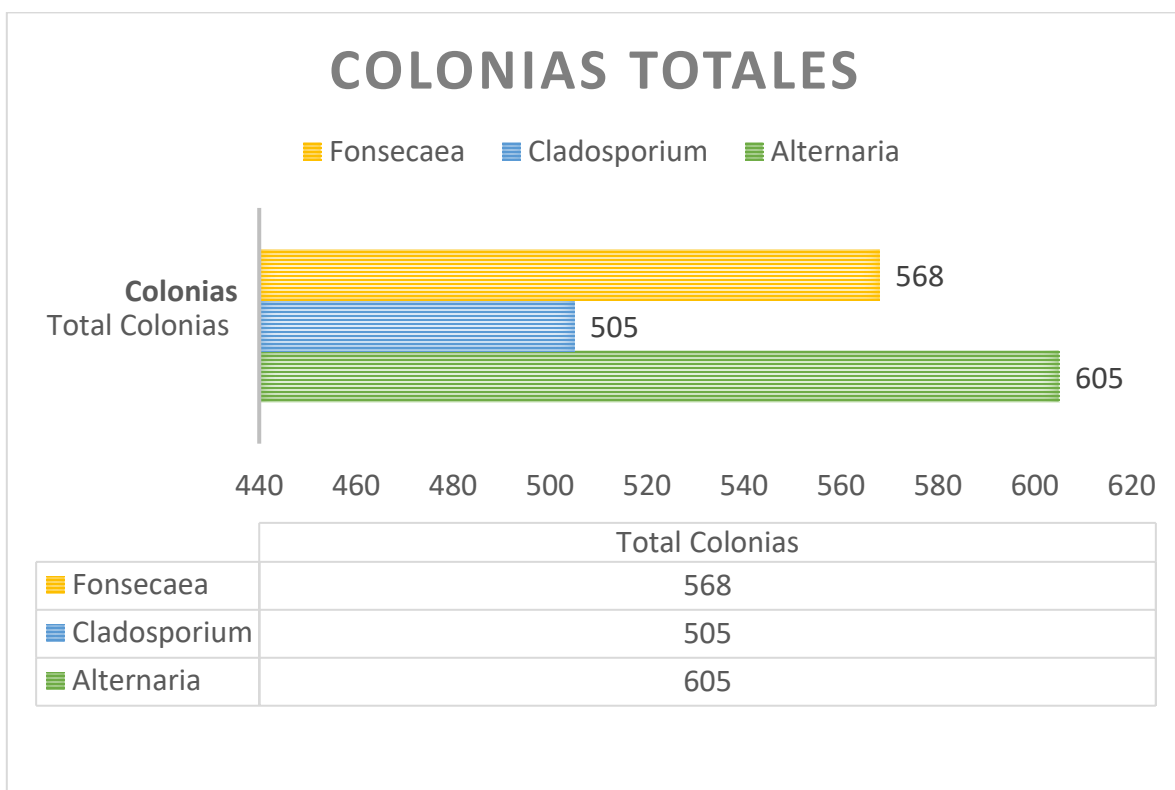
Grafica 1. Cantidad de colonias por zona de la ciudad de Puebla.



La zona NE (noreste) presentó la mayor concentración de colonias por placa, lo cual puede atribuirse a las características ambientales de los sitios muestreados en esta área. En particular, el Parque del Cerro de Amalucan y el Parque Ecológico, al ser espacios extensos con alta cobertura vegetal y niveles de humedad elevados, crearon condiciones favorables para el desarrollo y dispersión de esporas.

En la gráfica 1 se observa que la especie predominante fue diferente en cada zona muestreada: en el NO (noroeste) destacó *Alternaria spp.* (98 colonias), en el NE (noreste) *Cladosporium spp.* (212 colonias), en el SE (sureste) nuevamente *Alternaria spp.* (191 colonias), y en el SO (suroeste) *Fonsecaea spp.* (138 colonias). Estos resultados reflejan diferencias en la distribución espacial de los hongos, posiblemente asociadas a condiciones ambientales. Sin embargo, al integrar todos los datos, *Alternaria spp.* fue la especie con mayor predominio en el estudio (605 colonias en total), lo que sugiere que, pese a la variabilidad por zona, este género presenta una mayor disponibilidad en el área del muestreo, como se refleja en la gráfica 2.

Gráfica 2. Colonias totales de los tres hongos más predominantes en el muestreo



En esta grafica 2, se recopilan los datos de las colonias totales de muestreo obteniendo como *Alternaria spp.* Al hongo con mayor presencia en los muestreos, seguido de *Fonsecaea spp.* y por último *Cladosporium spp.* spp.

Del muestreo total de 3722 colonias totales, se obtuvieron los siguientes resultados con los tres hongos más predominantes.

Géneros con mayor %	% total de todo el muestreo
<b>Alternaria spp.</b>	16.25
<b>Fonsecae spp.</b>	15.28
<b>Cladosporium spp.</b>	13.56

Del análisis cuantitativo se obtuvieron los siguientes porcentajes de predominancia fúngica en el muestreo total: *Alternaria spp.* presentó el 16.25% (605 colonias), *Fonsecaea spp.* el 15.28% (568 colonias) y *Cladosporium spp.* el 13.56% (505 colonias). Estos resultados posicionan a *Alternaria spp.* como el hongo ambiental más predominante en los parques urbanos de la Ciudad de Puebla durante el periodo de estudio (enero-junio 2024), lo que podría estar asociado a su conocida capacidad de adaptación a ambientes urbanos y su amplia distribución en el ambiente.

### Conservación:

Los 30 géneros resultantes de este trabajo fueron puestas en tubos rotulados Eppendorf con agua estéril a -4°C en un recipiente estéril. Se usó el método Castellani como recomienda Guerrero (2015) para un buen mantenimiento de las cepas. Se logró hacer la preservación de todas las especies encontradas con un viabilidad del 98%. Se hicieron un total de 145 preparaciones con azul de lactofenol en portaobjetos que están guardadas en estuches de portaobjetos.



Figura 5. Recipiente del cepario

## Discusión:

- Este resultado era de esperarse ya que *Alternaria spp.* es uno de los principales hongos fitopatógenos en ambientes naturales y los muestreos se realizaron en zonas con predominancia de este tipo de entornos.
- *Alternaria spp.* y *Cladosporium spp.* son hongos ambientales bastante frecuentes en estudios similares como en Lozada (2019) donde el hongo que tuvo una mayor predominancia fue *Cladosporium* seguido de *Alternaria* en el mismo estudio.
- En Zenteno (2015) el más predominante fue *Cladosporium spp.*, en este trabajo ocupó el tercer lugar en predominancia ambiental, por lo que se puede concluir que es un hongo muy presente en interiores como en exteriores.
- La alta presencia de *Fonsecaea spp.* se puede relacionar con un trabajo realizado en los municipios de la ciudad de Puebla Espinosa (2017) donde del muestreo realizado a hojas y tierra, el hongo con mayor aparición fue *Fonsecae spp.*
- Los tres géneros más predominantes comparten características muy similares al ser dematiáceos, son fitopatógenos, oportunistas, y crecen en condiciones similares.
- Aunque en las zonas se puede observar una leve diferencia con las especies más predominantes, solo hubo un parque que su predominancia fue *Fusarium spp.* y otro donde fue *Trichoderma spp.* pero al no tener una mejor predominancia en otros parques no se tomaron en cuenta como predominantes.
- Las áreas con más presencia de colonias fueron el parque del Cerro de Amalucan y el Parque Ecológico esto se atribuye a su alta diversidad natural.
- Relacionado con la cantidad de colonias encontradas hay relación con la estación del año donde se realizaron los muestreos como dice en Velásquez (2022) que hay una mayor frecuencia de esporas en el ambiente en la temporada de inicio de año cuando el clima es caluroso y se encuentra

cercano el otoño. Entonces la temporada que abarca este trabajo fue una donde hay una gran cantidad de esporas de hongos en el ambiente.

- Hubo un gran porcentaje de muestras que no pudieron ser identificadas, por tener micelio infértil.
- Los hongos aislados son suficientes para la elaboración de un atlas ilustrado interactivo (Ebook).

## Conclusiones:

•Dando como resultado que *Alternaria spp.* es el hongo que tiene un mayor porcentaje de aparición en los parques seleccionados de la ciudad de Puebla, con un 16.25 % de aparición en el muestreo total, donde el segundo más predominante fue *Fonsecaea spp.* con un 15.28% de aparición en el muestreo total, y el tercero con más presencia en el muestreo fue *Cladosporium spp.* con un 12.86% de aparición en el muestreo total. Aunque no hay estudios similares realizados en la ciudad de Puebla se puede inferir que por lo trabajos similares (Lozada, 2019) donde en ese trabajo *Cladosporium spp.* fue predominante y en segundo lugar quedó *Alternaria spp.* los resultados obtenidos nos dan una idea de que tan frecuentes son estos hongos en el ambiente, también en (Espinosa, 2017) donde *Fonsecae spp.* tuvo una mayor presencia en muestras de tierra y hojas del estado de Puebla.

•Que *Alternaria spp.* sea el hongo más presente en el muestreo es importante ya que es uno de los principales aerolérgenos, junto con *Cladosporium spp.* que afectan en mayor parte a los niños menores de 10 años como menciona Velásquez (2022). Donde *Alternaria* es el responsable de casos de alergias, asma y conjuntivitis.

•Se lograron aislar un total de 30 géneros diferentes de hongos filamentosos y levaduras en todo el muestreo.

•Se cumplió el objetivo de aumentar la cantidad de hongos en el cepario del departamento de microbiología.

- Las identificaciones de las especies de hongos fueron hechas solo por sus características macroscópicas y microscópicas, por lo que se recomienda a trabajos futuros o en el uso de alguna investigación, hacer una respectiva identificación genética del hongo de interés presente en el cepario.

- Se realizó la elaboración del atlas con los hongos encontrados, se adjunta en los anexos.

## Referencias:

Almekhlafi, A. G. (2021). The effect of E-books on Preservice student teachers' achievement and perceptions in the United Arab Emirates. *Education and Information Technologies*, 26, 1001–2021.

Arancibia, M. L., Cabero, J., y Valdivia, I. (2019). Estudio comparativo entre docentes y estudiantes sobre aceptación y uso de tecnologías con fines educativos en el contexto chileno. *Apertura*, 11(1), 104–119.

Arenas, R. (2014). *Micología médica ilustrada*. (5ª ed.). México: McGraw-Hill.

ARIAS TAUTA, J. K., & JEREZ RAMIREZ, A. D. P. (2008). *Elaboración de un atlas para la descripción macroscópica y microscópica de hongos fitopatógenos de interés en especies de flores de corte cultivadas en la Sabana de Bogotá*. <http://hdl.handle.net/10554/8230>

Brilhante, R., Cavalcante, C., Soares-Júnior, F., Monteiro, A., Brito, R., Sidrim, J., Rocha, M. (2004). *Evaluation of Microsporium canis in different methods of storage*. *Medical Mycology*. 42. 499- 504

Dávila, A. E. (2016). Ilustración Científica: Una aproximación. *Espacio Diseño*, (245), 29-32.

Delfín Santos, M. (2021). Muestreo, aislamiento, caracterización y estudio micoquímico de organismos fúngicos de la región de Humedal Valsequillo (Puebla, Pue.). <https://hdl.handle.net/20.500.12371/12886>

Escalante, J. L., Rosario, R. N., y Báez, A. A. (2019). Programa de capacitación en tecnología educativa para maestros de las escuelas anfitrionas de práctica docente del recinto Emilio Prud'Homme-ISFODOSU, año 2018. Universidad Abierta para Adultos UAPA.

Espinosa Taxis, Alejandra P., Castillo Hernández, Dalia, Díaz Hernández, Miriam, & Hernández Hernández, Francisca. (2017). Presencia de agentes potenciales causantes de infecciones subcutáneas humanas en suelo y plantas en el estado de Puebla, México. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 113-122. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792017000200113&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792017000200113&lng=es&tlng=es).

Estrada Salazar, Gloria I.; Ramírez-Galeano, Martha C.(2019) *Micología general*. 1ed. Manizales (Colombia): Centro Editorial Universidad Católica de Manizales, ISBN 978-958-52337-1-3, 40 p.

Ellis, D., y Kidd, S. (2015). *Micology Online*. Obtenido de <http://www.mycology.adelaide.edu.au/>.

Ferreyra, M., Godoy, P., Grau, L., Vargas, J., Valenzuela-López, N., & Fica, A. (2020). Absceso frío en una mano por un hongo dematiáceo. Primera comunicación en Chile de *Pleurostomophora richardsiae*. *Revista chilena de infectología*, 37(5), 604-609.

Fisher, F., y Cook, B. N. (1998). *Fundamentals of Diagnostic Mycology*. E.U.A.: Saunders.

Fernández, C., Martínez, G., Perurena, M., Illnait, T., Valdés, I. (2005). *La colección de cultivos de hongos del Instituto de Medicina Tropical "Pedro Kourí": funciones y retos*. *Revista Cubana de Medicina Tropical*. 57(3).

García, M., Uruburu, F. (2000). *La conservación de cepas microbianas*. Colección Española de Cultivos Tipo (CECT). Obtenido de: [https://www.uv.es/cect2/87\\_Conseleccion\\_cepas\\_microbianas](https://www.uv.es/cect2/87_Conseleccion_cepas_microbianas)

Gallo, H. A., Aguilar, A. F. G., León, J. J. B., & Castillo, D. M. (2019). Anna Suburbia Memoirs: An interactive multimedia book creation as a collaborative experience in university libraries. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 42(3), 267–276. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v42n3a06>

Guerrero Velázquez, Vanessa. (2015). "Micoteca : colección de cultivos de hongos, una herramienta para el aprendizaje y enseñanza de la micología médica y su aplicación en el control de calidad". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/237490>

Guzmán-Guzmán, P., Kumar, A., de Los Santos-Villalobos, S., Parra-Cota, F. I., Orozco-Mosqueda, M. D. C., Fadji, A. E., ... & Santoyo, G. (2023). *Trichoderma* species: Our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—A review. *Plants*, 12(3), 432.

Haro, M. A., Calderón, V. H., y Guerrero, S. (2018). Los cursos de actualización docente basado en TICs, una respuesta a los retos de innovación educativa. En R. D. de I. E. A.C. (Ed.), *Aprendizaje y tecnología desde la experiencia docente* (1st ed., pp. 11–19). Tecnológico Nacional de México.

Hazarika, S. N., & Thakur, D. (2020). *Actinobacteria*. In *Beneficial microbes in agroecology* (pp. 443-476). Academic Press.

Heredia-Abarca G. 1998. Hongos hyphomycetes de áreas tropicales y semitropicales del Estado de Veracruz. Instituto de Ecología. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto P030. México, D. F.

Jayatilake, J. A. M. S., Tilakaratne, W. M., & Panagoda, G. J. (2009). Candidal onychomycosis: a mini-review. *Mycopathologia*, 168, 165-173.

Trujillo, J. A. B. (2015). *Micología médica básica*. McGraw Hill.

Lim, B. C.-Y., Liu, L. W.-L., & Choo, C.-H. (2020). Investigating the Effects of Interactive E-Book towards Academic Achievement. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, 16(3), 78–88.

López, R. (2005). *Ecología de los hongos patógenos para el hombre*. *Revista Mexicana de Micología*. (21). 85-92

Lozada C. Antonio (2019). Relación entre la calidad del aire y los conidios del género *Cladosporium* en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, Estado de México. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/24823>

Madigan, M., Martinko, J., Dunlap, P., Clark, D. (2009). *Brock: Biología de los microorganismos* [Traducción: Barrachina, C., García, C.].

Melito, V. A. (2013). *Aminolevúlico dehidrasa del hongo dimórfico *Mucor rouxii** (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).

Orobio, O. L., Pedrozo, Y., y Rincón, E. A. (2020). Lineamientos para el diseño de un modelo de capacitación basado en las competencias del siglo XXI. Universidad EAN.

Pérez, R. (2013). “LA ILUSTRACIÓN CIENTÍFICA Y EL USO DE LOS CARTELES EN EL AULA “. *Dibam, en biblioteca museo de historia natural de Valparaíso*, 1-5.

PROFECO (2016). Libros electrónicos. Del papel a los bits. gob.mx. <https://www.gob.mx/profeco/documentos/libros-electronicos-del-papel-a-los-bits?state=published#:~:text=Tambi%C3%A9n%20conocido%20como%20libro%20digital,o%20se%20visualiza%20en%20internet>.

Reynaldi, F. J. (2021) CAPÍTULO 3 Hongos miceliales y micosis oportunistas. *Micología en Medicina Veterinaria*, 38.

ROCHA ESTRADA, Alejandra, ALVARADO VÁZQUEZ, Marco Antonio, GUTIÉRREZ REYES, Ricardo, SALCEDO MARTÍNEZ, Sergio Manuel, & MORENO LIMÓN, Sergio. (2013). Variación temporal de esporas de *Alternaria*,

Cladosporium, Coprinus, Curvularia y Venturia en el aire del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(2), 155-165.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992013000200002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992013000200002&lng=es&tlng=es).

Rómulo Pérez, R. O., Zamora Rodríguez, Z. B., & Fernández Torres, I. (2022). Los dermatofitos una amenaza zoonótica, características generales, aspectos clínicos para cada especie. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 53(1), 20-31.

Sherris K., Ryan J.(2022). Hongos: conceptos básicos. (Ed.), *Microbiología médica de Sherris y Ryan, octava edición* . McGraw-Hill Education. <https://accessmedicine.bibliotecabuap.elogim.com/content.aspx?bookid=3107&ionid=260929041>

Susantini, E., Puspitawati, R. P., Suaidah, R., & Suaidah, H. L. (2021). E-book of metacognitive learning strategies: design and implementation to activate student's self-regulation. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 16(13).

Torres-Narbona, M., Guinea, J., Muñoz, P., & Bouza, E. (2007). Zigomicetos y zigomicosis en la era de las nuevas terapias antifúngicas. *Rev Esp Quimioterap*, 20(4), 375-386.

Vargas, J. T., Rodríguez-Monroy, M., Meyer, M. L., Montes-Belmont, R., & Sepúlveda-Jiménez, G. (2017). Trichoderma asperellum ameliorates phytotoxic effects of copper in onion (*Allium cepa* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 136, 85-93..<https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2017.01.009>

Unda, F., Agüero, J., Fariñas, C., Martínez-Martínez, L. (2011). *Identificación de hongos de importancia clínica mediante técnicas moleculares*. Enfermedades infecciosas y Microbiología Clínica. 29(4). 282-285

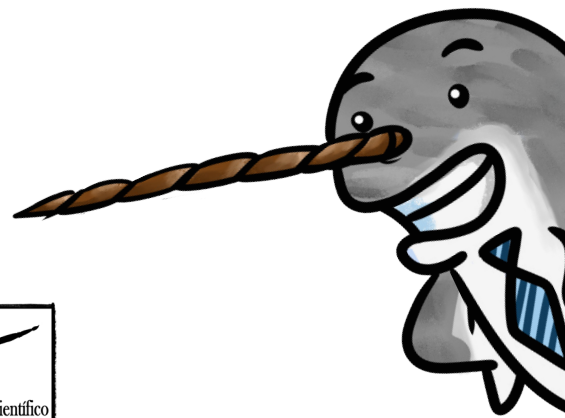
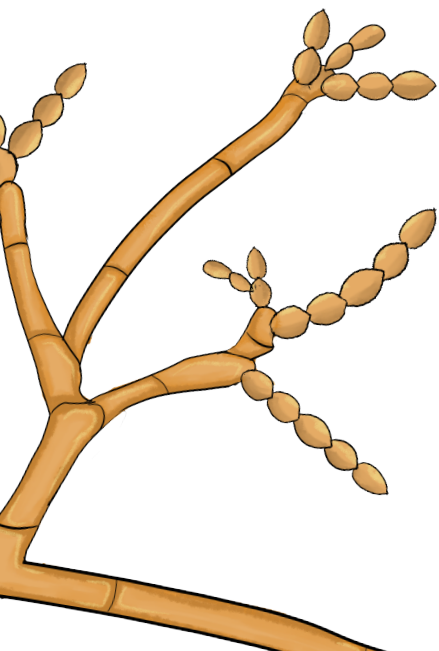
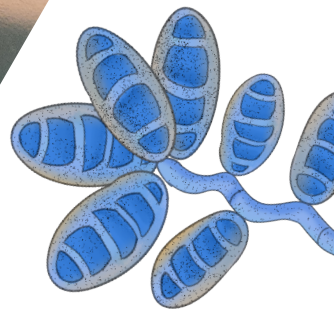
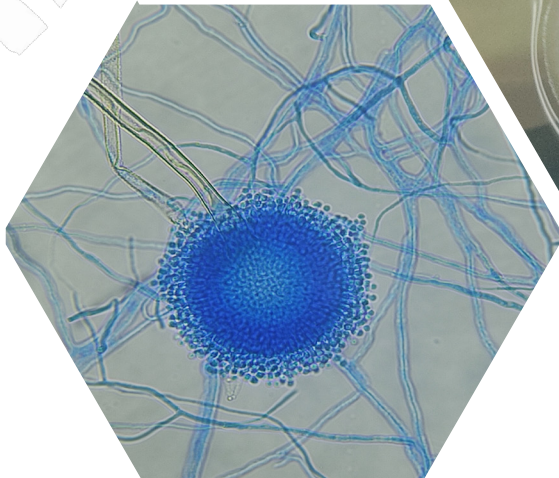
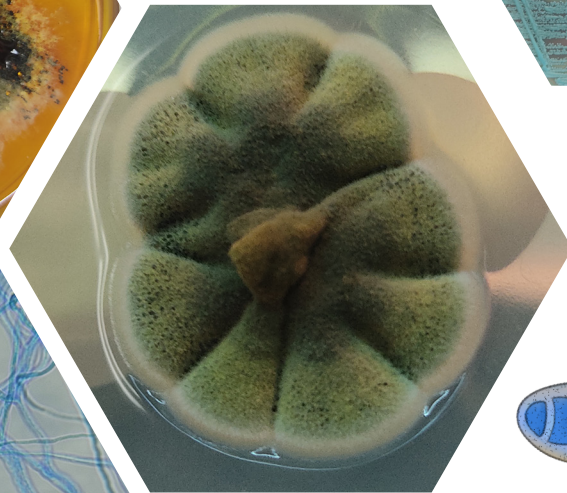
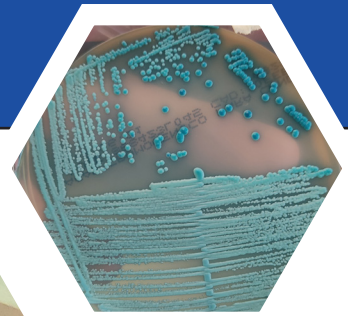
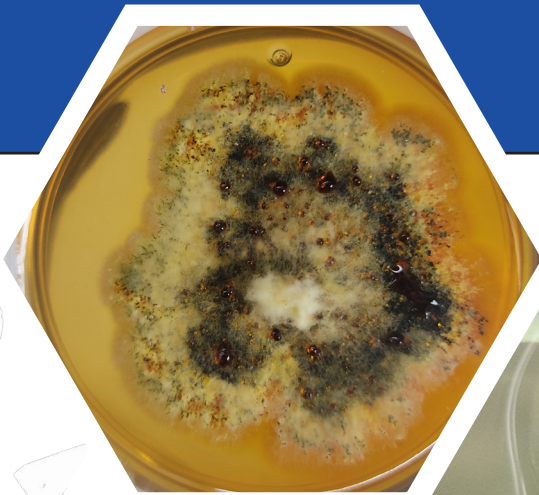
Velásquez G. O. B (2022). Importancia de los hongos del género *Alternaria* en el Desarrollo de afecciones alérgicas en México. UAM Unidad Xochimilco. Ciudad de México .  
<https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/29448/2/250332.pdf>

WFCC. (2010). *Recomendaciones para el establecimiento y funcionamiento de cultivos de microorganismos* [traducción: Comité Ejecutivo de WFCC]. (3ª ed.). Obtenido de: <http://www.wfcc.info/>.

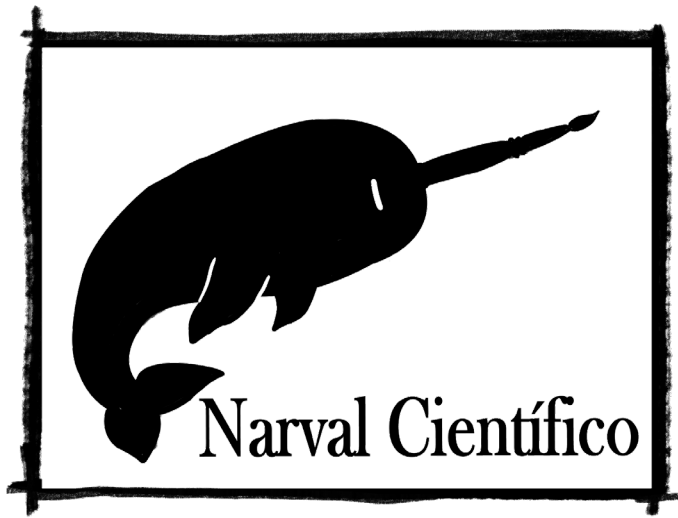
Zenteno Díaz, D. (2015). Identificación cualitativa de hongos ambientales presentes en dos Hospitales Veterinarios de Pequeñas Especies del estado de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/12475>

Anexos:

# ATLAS DE IDENTIFICACIÓN ILUSTRADO DE HONGOS AMBIENTALES DE PARQUES DE LA CIUDAD DE PUEBLA EN EL PERIODO DE ENERO – JUNIO 2024



p. Q. F. B. Aguila Sosa Eduardo  
D. E. D. Escobedo López Ana Bertha  
M.S.P. Meneses Sanchez María de la Cruz





# ÍNDICE

Acremonium spp. ....	<u>7</u>
Alternaria spp.....	<u>8</u>
<i>Aspergillus</i> spp.....	<u>9</u>
Aureobasidium spp. ....	<u>11</u>
<i>Beauveria</i> spp. ....	<u>12</u>
<i>Blastomyces</i> spp. ....	<u>13</u>
<i>Botrytis</i> spp. ....	<u>14</u>
<i>Candida</i> spp.....	<u>15</u>
<i>Chrysonilia</i> spp.....	<u>17</u>
<i>Cladophialophora</i> spp.....	<u>18</u>
Cladosporium spp. ....	<u>19</u>
Cryptococcus spp. ....	<u>20</u>
Curvularia spp. ....	<u>21</u>
<i>Epicoccum</i> spp. ....	<u>22</u>
<i>Exserohilum</i> spp. ....	<u>23</u>
Fonsecaea spp.....	<u>24</u>
Fusarium spp.....	<u>25</u>
<i>Geotrichum</i> spp. ....	<u>26</u>
<i>Microsporium</i> spp. ....	<u>27</u>
<i>Mucor</i> spp.....	<u>28</u>
<i>Paecilomyces</i> spp. ....	<u>29</u>
Penicillium spp. ....	<u>30</u>
<i>Phoma</i> spp. ....	<u>31</u>
Rhizopus spp. ....	<u>32</u>
<i>Rhodotorula</i> spp. ....	<u>33</u>
<i>Scopulariopsis</i> spp. ....	<u>34</u>
<i>Talaromyces</i> spp.....	<u>35</u>
Trichoderma spp.....	<u>36</u>
<i>Trichophyton</i> spp.....	<u>37</u>
<i>Verticillium</i> spp. ....	<u>39</u>
Glosario: .....	<u>40</u>
Referencias: .....	<u>43</u>

# Agradecimientos:

Este trabajo fue posible gracias a los hongos obtenidos en mi trabajo de tesis, así como a algunas cepas proporcionadas por el cepario del Departamento de Microbiología. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los compañeros del SS y PP, quienes me brindaron su apoyo en el mantenimiento del cepario, facilitando así el desarrollo de este proyecto.

De manera especial, agradezco el respaldo y la confianza de mis padres, Laura, Héctor y mi hermano Héctor, así como el de mis amigos : Omar, Ramón, Denisse, Liliana, Roy'id, Clarisa, Sebastian, Diana y Bruno cuyo constante apoyo y motivación me acompañaron a lo largo de mi carrera hasta la culminación de este trabajo.

Este atlas representa un largo trayecto de dedicación y aprendizaje, en el que conté con la guía y el apoyo en el laboratorio de mi directora de tesis Ana Bertha y mi asesora María de la Cruz. A ellas, mi más profundo agradecimiento por sus enseñanzas, paciencia, compromiso con este proyecto y mi formación profesional.

Finalmente, les agradezco a todas las personas que con entusiasmo compartieron y contribuyeron a la difusión de los videos de este atlas micológico. Su valioso apoyo no solo permitió que este trabajo llegara a más apasionados por la micología, sino que también fue una constante motivación durante este proyecto. Les estoy profundamente agradecido por formar parte de la difusión de este increíble mundo de los hongos.



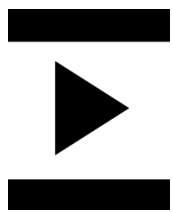
# Introducción

En el ambiente hay una gran cantidad de microorganismos que no podemos ver a simple vista como lo son virus, bacterias y los hongos, dentro de este ultimo apartado tenemos a los que comúnmente llamamos "mohos" estos presentan una estructura vegetativa similar a las plantas y su crecimiento es bastante notable en comida en descomposición, troncos, hojas de los arboles, cultivos, incluso algunos pueden infectar de forma oportunista a los animales y a los humanos.

Los hongos tienen una gran diversidad de aplicaciones en múltiples industrias. En la viticultura, la industria farmacéutica y la agricultura, son particularmente valiosos: desde *Trichoderma spp.* como biocontrolador de plagas en cultivos, hasta *Aspergillus niger* para producir ácido cítrico, o el conocido *Penicillium spp.* utilizado en la fabricación de penicilina.

Estos organismos son muy comunes en nuestro entorno, están en el aire que respiramos e incluso se han encontrado en ambientes extremos como desiertos, corales y diversos organismos marinos como mejillones y otros mariscos.

Este atlas es una herramienta práctica para la identificación de especies de hongos ambientales comunes en los parques de Puebla. Cada género tiene un ícono triangular, como se muestra abajo, al presionarlo, dirige a un video informativo donde explico en detalle las características del hongo en cuestión. Estos videos estan en la plataforma Tiktok con mi nombre de usuario :@Narvalcientifico.



# *Acremonium spp.*

Anverso *Acremonium spp.*

Este hongo se encuentra en el ambiente, en materia en descomposición, es común como un hongo contaminante en el laboratorio, rara vez puede infectar a humanos. Es conocido por producir cefalosporina (Hu, 2016; Wilson, 1998).

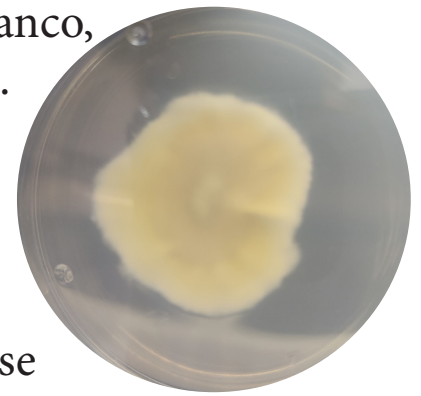
**Crecimiento:** Rápido en 5 días a 25°C en ADS y APD.

## **Morfología macroscópica:**

Tiene colonias claras, aterciopaldas y vellosas de color blanco, violeta o amarillo, similares al pelaje mojado de un ratón. Al reverso es de un color claro o amarillo.

## **Morfología microscópica:**

Posee un tipo de micelio que es septado, macrosifonado y delgado. Sus microconidios son alargados, pequeños y se pueden agrupar en forma de coremium, como se observa en la ilustración.



Reverso de la colonia *Acremonium spp.*

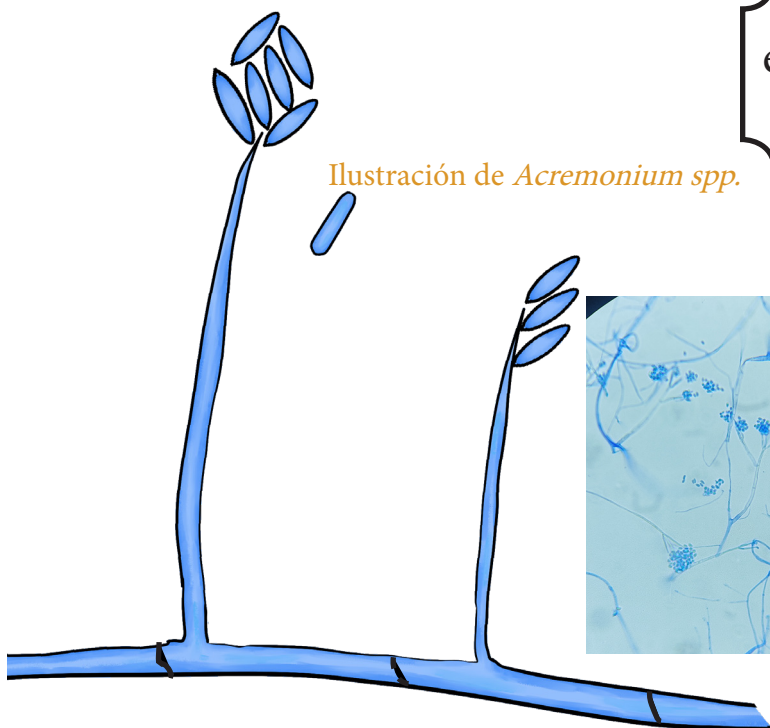
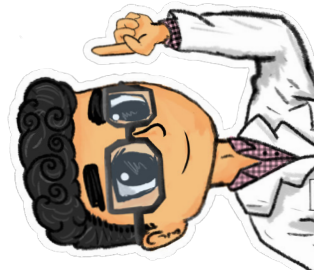


Ilustración de *Acremonium spp.*

Te invito a que presiones el ícono, te llevará a un video con más información.



Morfología microscópica de *Acremonium spp.* en azul de lactofenol 40x

# *Alternaria spp.*

Es un hongo presente en el ambiente, en materia en descomposición, incluso en interiores, es considerado el principal hongo fitopatógeno que infecta a cultivos y plantas (DeMers, 2022; Fernandes, 2023). Este hongo es conocido por ser uno de los principales alérgenos que produce asma y conjuntivitis, en estudios recientes se ha comprobado que afecta en mayor medida a los niños menores de 10 años (Alcalá, 2016; Abel, 2023).



Anverso de *Alternaria spp.*

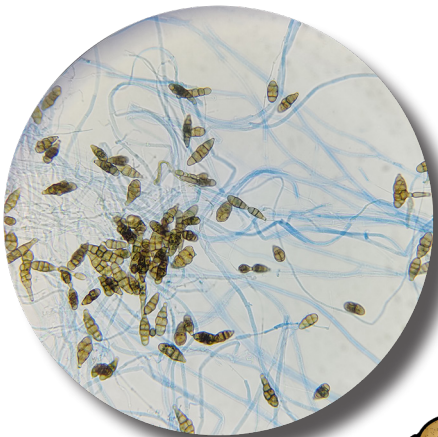
**Crecimiento:** Rápido en 5 días a °25C en ADS y APD.

## **Morfología macroscópica:**

Presenta colonias oscuras café oscuro, aterciopaldas, que van a un verdeoscuro, el reverso es café oscuro.



Reverso de *Alternaria spp.*



*Alternaria spp.* 40x  
Azul de lactofenol

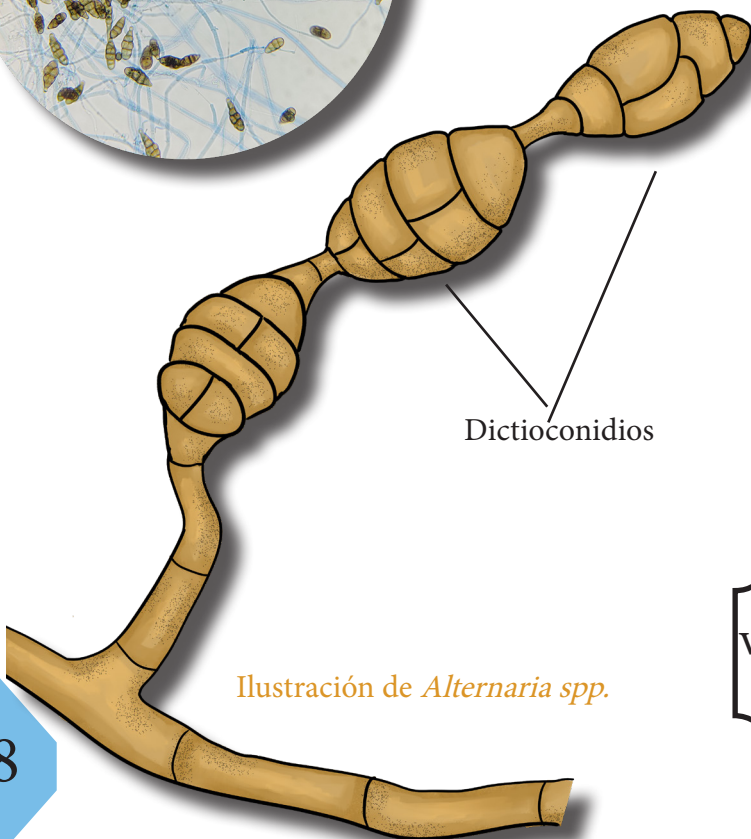


Ilustración de *Alternaria spp.*

Dictioconidios

## **Morfología microscópica:**

Tiene un micelio septado, macrosifonado y oscuro. Posee dictioconidios que miden entre 10 y 20  $\mu\text{m}$  de largo y 5 a 8  $\mu\text{m}$  de ancho (Trujillo, 2020).

Presiona el ícono de video para ver un video con más información.



# Aspergillus spp.

Es uno de los hongos más populares en la micología médica, ya que *Aspergillus fumigatus* es la especie más conocida como el principal agente causal de aspergilosis a nivel mundial, la aspergilosis es considerada la segunda micosis oportunista mundial (O’Gorman, 2011; Trujillo, 2020). Habitual en el ambiente en la materia en descomposición, es contaminante común en el laboratorio. Algunas especies son patógenos oportunistas en humanos (Fortún, 2012).

**Crecimiento:** Rápido en 5 días a 25°C en ADS y APD.

## Morfología macroscópica:

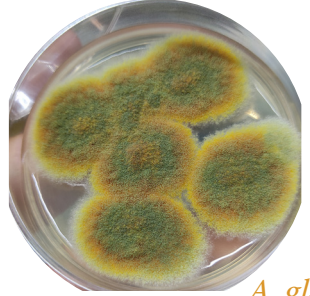
Las colonias varían dependiendo de la especie, van desde colores verdosos, amarillos, negros, azules, en su mayoría son aterciopeladas, vellosas y polvorrientas. Al reverso, en su mayoría no presentan color, algunas especies pueden pigmentar de color rosa y amarillo.

Se separan por secciones, las más importantes son: *Fumigati*, *flavi*, *nigri* (Abarca, 2000)

Te invito a que presiones el ícono, te llevará a un video con más información.



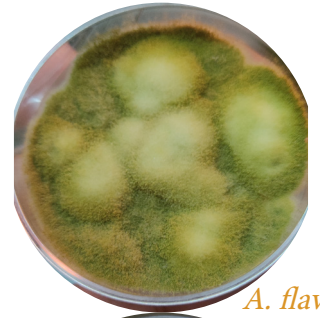
Anverso de varias especies de *Aspergillus* spp.



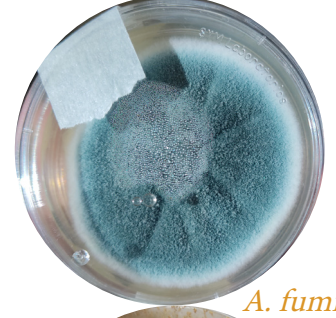
*A. glaucus*



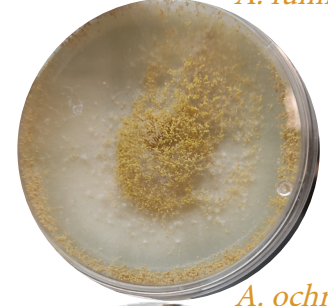
*A. versicolor*



*A. flavus*



*A. fumigatus*



*A. ochraceus*



*A. nidulans*

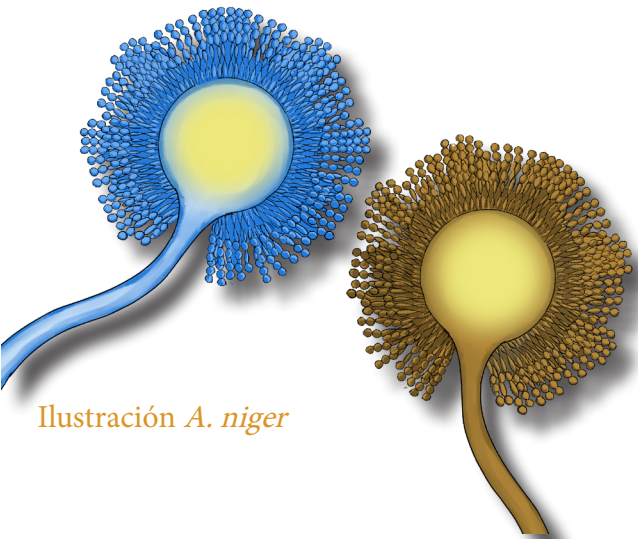


Ilustración *A. niger*



*A. niger*

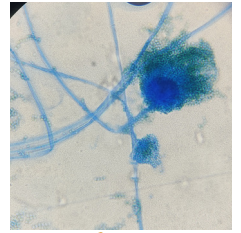
## Morfología microscópica:

Su morfología microscópica es muy característica, consta de hifas septadas, con vesículas redondas en su mayoría de especies, que junto con sus fiálides toman la forma de un abanico o más circulares, dependiendo la especie. Sus conidios son pequeños y circulares, también puede presentar células hülle o cleistotecios dependiendo la especie.

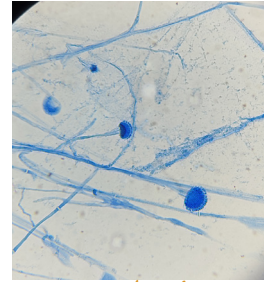
## Aspergilosis:

Este género es responsable de causar aspergilosis. Es una infección grave que afecta principalmente a pacientes inmunodeprimidos, con una alta mortalidad dependiendo de diversos factores, así como el sitio afectado, el estado inmunológico del paciente, el momento del diagnóstico y el tratamiento (Arenas, 2014). La mayoría de las infecciones son causadas por *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. terreus* y *A. niger*. La aspergilosis invasiva, la crónica pulmonar y la broncopulmonar alérgica son las principales formas clínicas de esta enfermedad. Aunque existen muchas especies, *Aspergillus fumigatus* es el agente causal más común de esta afección (Trujillo, 2020).

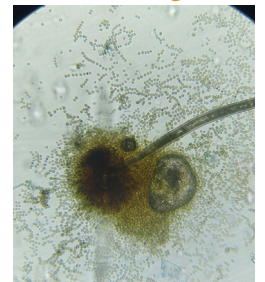
*A. flavus*



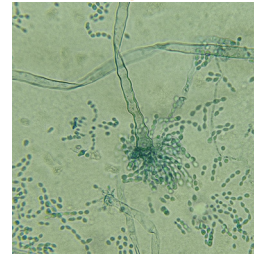
*A. fumigatus*



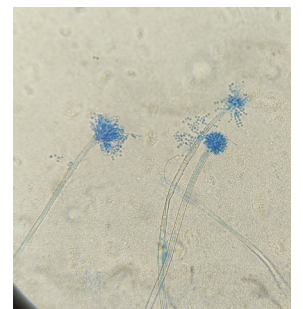
*A. niger*



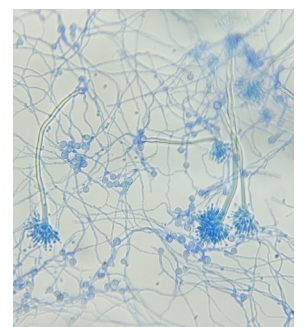
*A. glaucus*



*A. nidulans*



*A. versicolor*



*A. ochraceus*

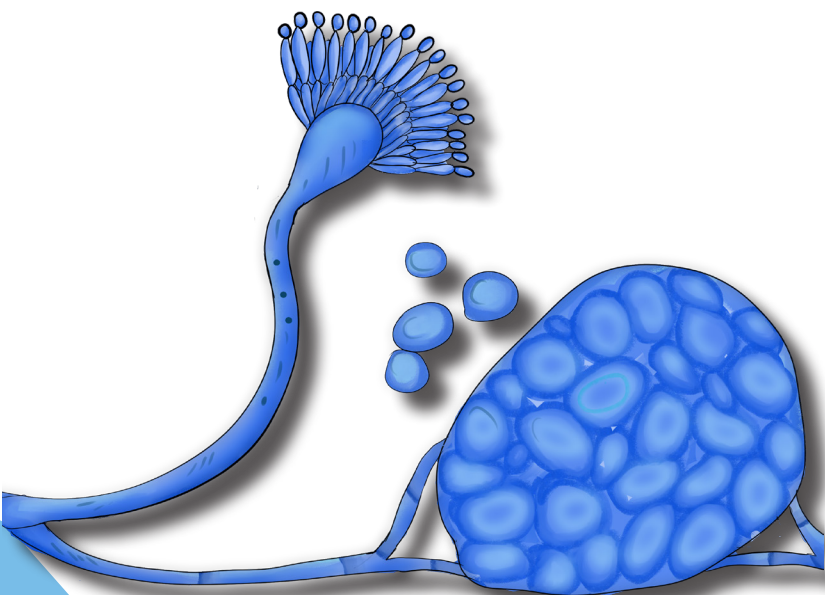
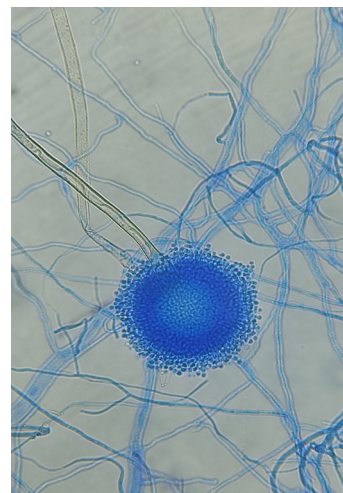


Ilustración *A. nidulans*

# *Aureobasidium spp.*

Es un hongo dimórfico que presenta tanto forma de levadura como filamentosa, dependiendo de su maduración, tiene varios usos dentro de la biotecnología (Prasongs, 2018; Wang, 2020).

**Crecimiento:** Rápido que en 5 días a 25°C en ADS y APD, la morfología típica pueden requerir más tiempo de incubación.

## **Morfología macroscópica:**

Las colonias son inicialmente blancas o rosadas pálidas, de una textura húmeda y cremosa, con el tiempo, desarrollan zonas marrones o negras y adquieren un brillo con bordes blanquecinos o grisáceos. El reverso se puede oscurecer cuando maduran las colonias.

## **Morfología microscópica:**

En etapas muy tempranas, van a predominar las células redondeadas que son similares a las levaduras.

Luego aparecen los dos tipos de hifas:

- Hialinas y delgadas, que producen blastoconidios.
- Oscuras y tabicadas, que forman clamidoconidios y también blastoconidios. Los blastoconidios son hialinos, ovalados de una medida de 3 a 6 × 6 a 12 μm (Lars, 2023).



Morfología microscópica de *Aureobasidium spp.* en azul de lactofenol 40x

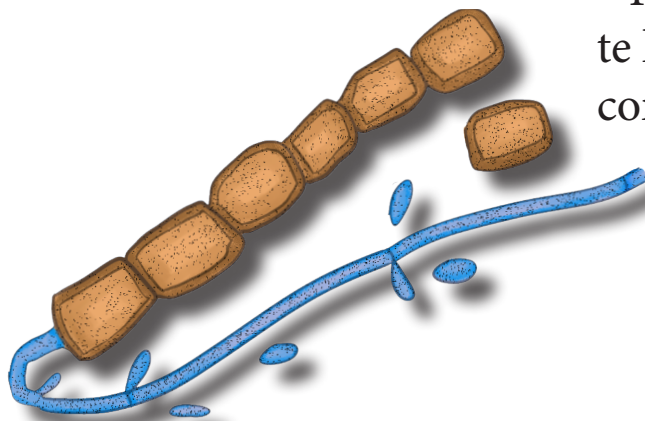
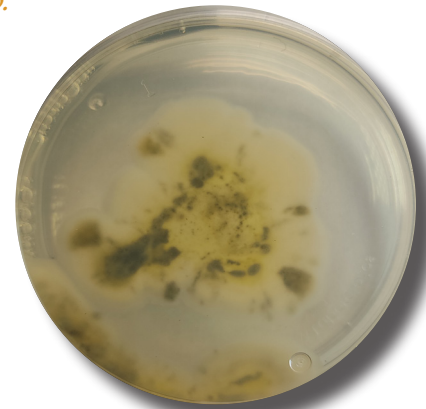


Ilustración *Aureobasidium spp.*

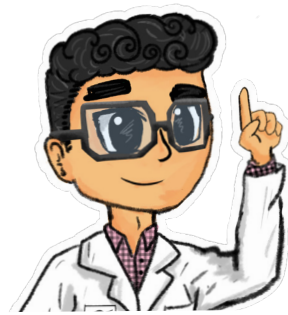


Anverso de la colonia  
*Aureobasidium spp.*



Reverso de la colonia  
*Aureobasidium spp.*

Presiona el ícono,  
te llevará a un video  
con más información.



# *Beauveria spp.*

Es un hongo entomopatógeno, es decir que puede infectar a insectos, por lo que es un hongo biocontrolador (Mascarin, 2016). Comúnmente es considerado un contaminante en el laboratorio. No suele estar relacionado en infecciones a humanos, pero si puede ocasionar en raras ocasiones queratitis (Lars, 2023).

**Crecimiento:** Rápido en 5 días en ADS y APD a 25 a 30 °C.

## **Morfología macroscópica:**

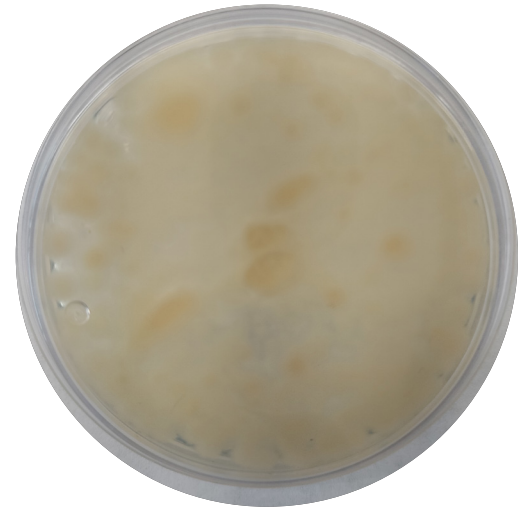
La superficie es de color blanco a crema, ocasionalmente rosada, esponjosa y polvosa. El reverso es blanco o amarillo.

## **Morfología microscópica:**

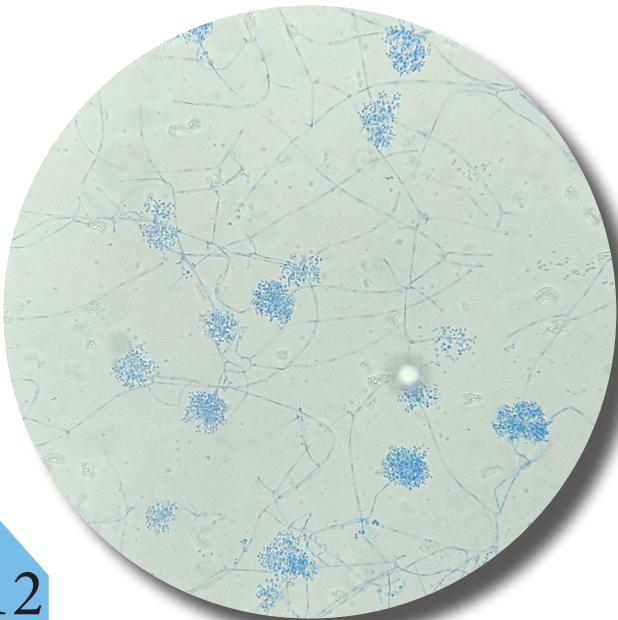
Las hifas son septadas y estrechas. Las estructuras que forman los conidios tienen forma de matraz con una extensión pequeña que va en zigzag que lleva un conidio en cada punto de flexión. Los conidios son pequeños de 2 a 4  $\mu\text{m}$  de diámetro. (Glare, 2018)



Anverso de la colonia *beauveria spp.*



Reverso de la colonia *Beauveria spp.*

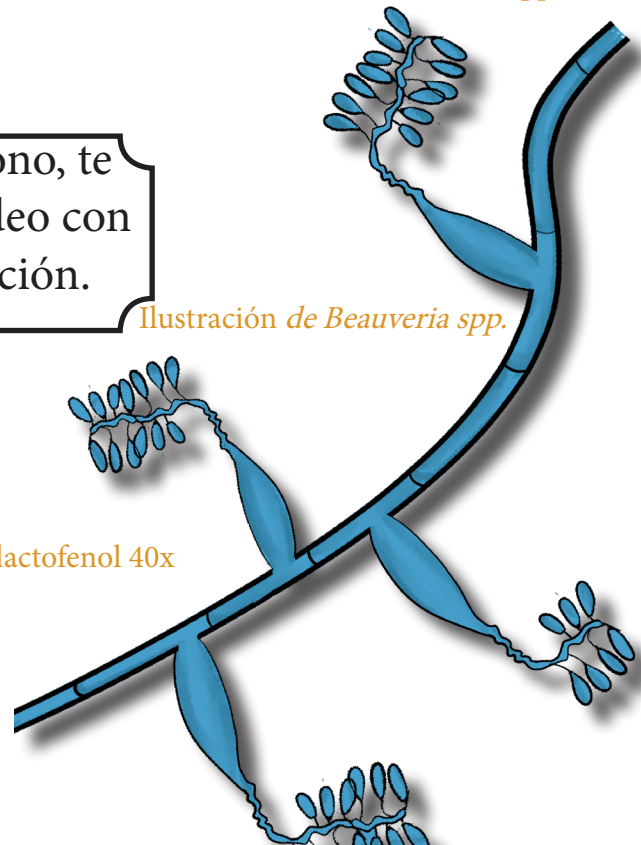


Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



Ilustración de *Beauveria spp.*

*Beauveria spp.* en azul de lactofenol 40x



# *Blastomyces spp.*

Es un hongo presente en suelos húmedos con alta materia orgánica como lo son hojas en descomposición y zonas cercanas a ríos o lagos. Es un hongo dimorfo es decir que cambia su morfología dependiendo de la temperatura (Lars, 2023).

## **Crecimiento:**

Lento, madura después de 10 días

Dimorfismo térmico:

25-30°C: Forma filamentosa

35-37°C: Forma levaduriforme.

## **Morfología macroscópica:**

A 25-30°C:

Inicialmente aspecto de levadura, luego espinoso y finalmente algodonoso. Micelio aéreo blanco que se vuelve canela o marrón con la edad.

Reverso canela.

A 35-37°C:

Color crema a canela, aspecto ceroso y arrugado.

## **Morfología microscópica:**

A 25-30°C: Hifas septadas con conidios redondos o en forma de paleta de 2 a 10 µm.

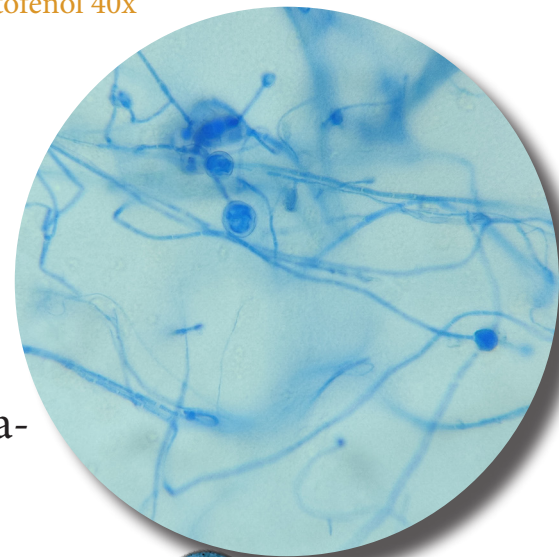
A 37°C: Células levaduriformes 8 a 15 µm con gemación de base ancha y paredes gruesas. (Lars, 2023).



Anverso y reverso de la colonia de *Blastomyces spp.*



Morfología microscópica de *Blastomyces spp.* en azul de lactofenol 40x



Ilustraciones de *Blastomyces spp.* en forma de levadura (izquierda) y hongo filamentoso (derecha)

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.

# *Botrytis spp.*

Hongo contaminante muy común, también se le conoce como “podredumbre gris”. No infecta a humanos ni animales, es usado para mejorar las características de algunos vinos (Chen, 2023; Garrido, 2015; Modesti, 2024).

## **Crecimiento:**

En ADS y APD a 22 a 28°C en un lapso de 5 días.

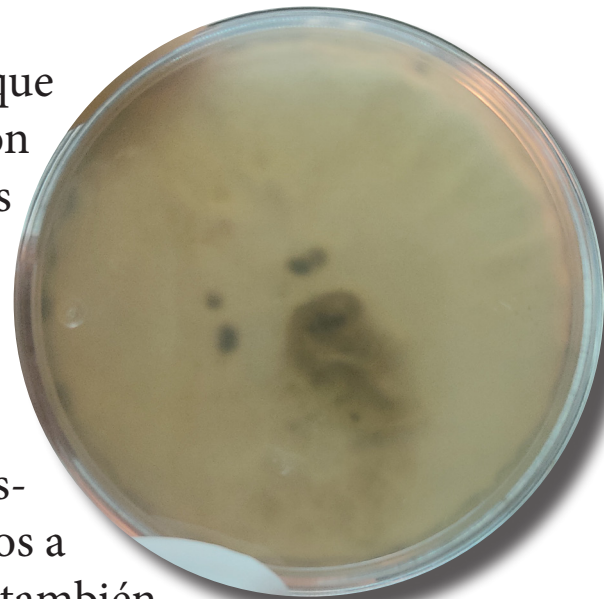
**Morfología macroscópica:** De tamaño ilimitado que cubre todo el medio, de color blanco, grisáceo, con zonas marrón, la colonia es vellosa, con pequeños bultos negros. El reverso no presenta pigmento en el medio en los primeros días. Tiende a oscurecer al madurar.

## **Morfología microscópica:**

Posee hifas anchas y septadas con conidióforos oscuros, septados y largos, los conidios son incoloros a marrón pálido en denticulos cortos, los conidios también se forman en puntos a lo largo del conidióforo.



Anverso de colonia de *Botrytis spp.*



Reverso de colonia de *Botrytis spp.*

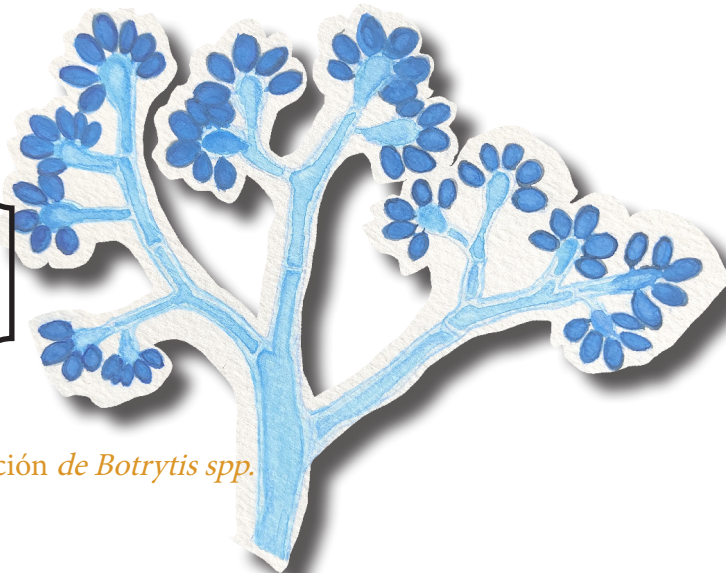


Morfología microscópica de *Botrytis spp.* en azul de lactofenol 40x.

Presiona el ícono,  
te llevará a un video  
con más información.



Ilustración de *Botrytis spp.*

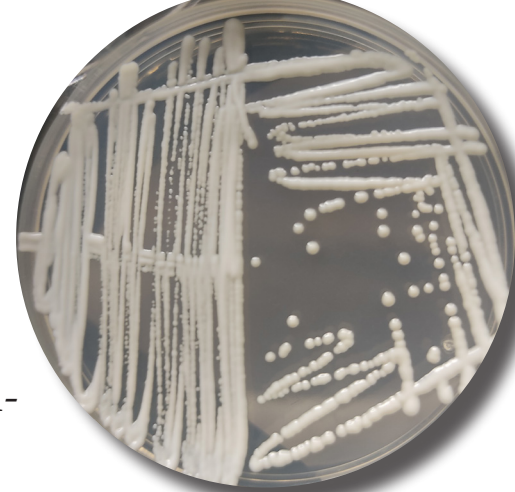


# *Candida spp.*

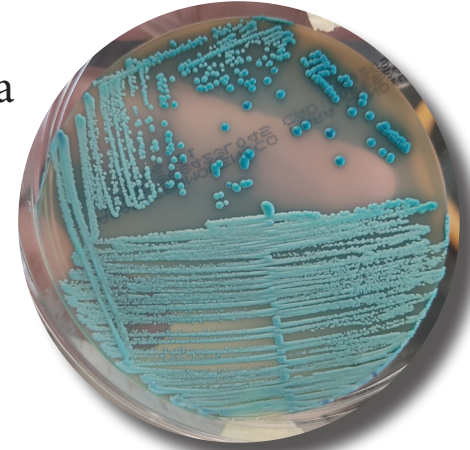
Candida es una levadura bastante común que crece rápidamente en medios como ADS y APD a temperatura ambiente. Este género es conocido por incluir especies que actúan como agentes causales de la candidiasis (Arenas, 2014).

## Morfología macroscópica:

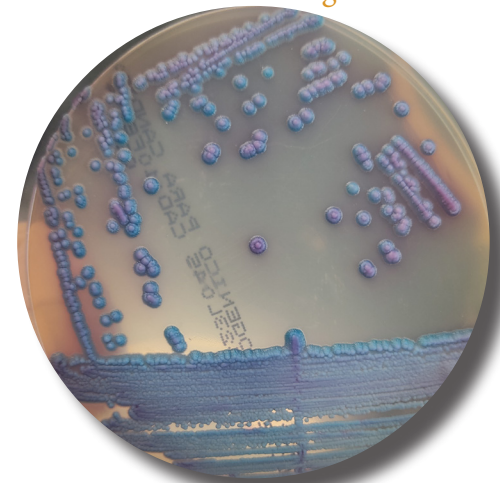
En medios de cultivo habituales para hongos, Candida forma colonias de color blanco a crema. Dependiendo de la especie, pueden observarse relieves en la superficie. En medios cromogénicos como el CHROMagar, las colonias pueden presentar distintos colores como: verde, rosado, malva o azul, según la especie. (García, 1998)



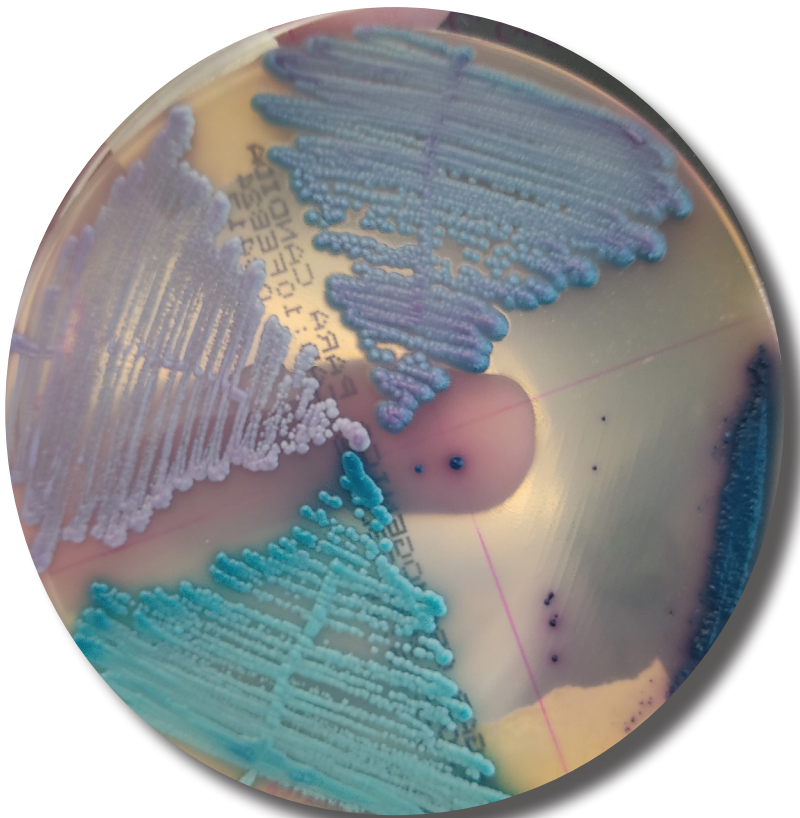
Colonia de *Candida spp.* en PDA.



Colonia de *Candida albicans.* en CHROMagar.



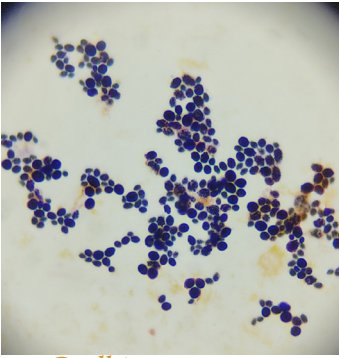
Colonia de *Candida glabrata* en CHROMagar.



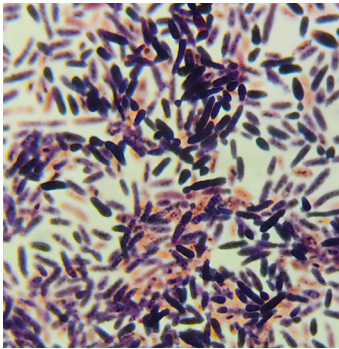
Colonia de *Candida krusei* en CHROMagar.



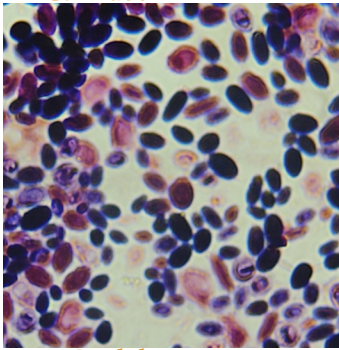
Morfología microscópica de especies de *Candida* en agar PDA en Gram 100x



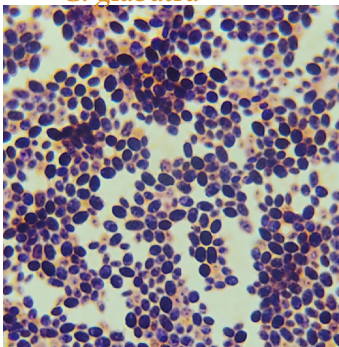
*C. albicans*



*C. krusei*



*C. glabrata*



*C. tropicalis*

## Morfología microscópica:

Todas las especies de *Candida* forman células levaduriformes en gemación, redondas u ovaladas (blastoconidios), que miden entre 3 y 6  $\mu\text{m}$  de diámetro. Estas pueden disponerse de forma individual, en cadenas o en pequeños grupos algunas especies pueden generar un pseudomicelio en medios específicos como harina de maíz o Twen 80 (Trujillo, 2020).

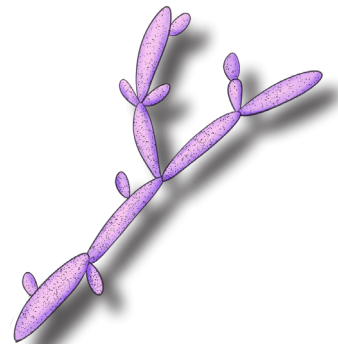
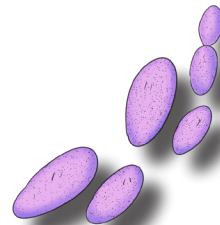
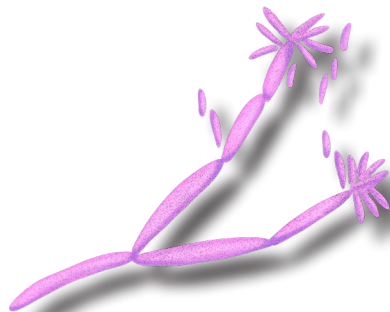
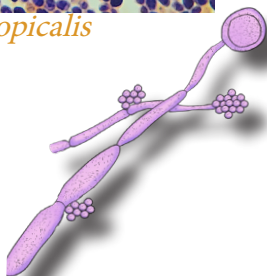
## Candidiasis

La candidiasis es una micosis causada por diversas especies oportunistas del género *Candida*. Puede presentarse en una variedad de cuadros clínicos, afectando mucosas como la boca y la vagina, así como la piel, las uñas y, en casos menos frecuentes, órganos internos como los pulmones o el intestino, depende el sitio de afección por la especie de *Candida* (Lars, 2023)(Lass, 2024).

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



Ilustraciones de especies de *Candida*, de izquierda a derecha: *C. albicans*, *C. krusei*, *C. glabrata* y *C. tropicalis*.



# *Chrysonilia spp.*

Chrysonilia, anteriormente conocido como *Monilia* o *Neurospora* (Lars, 2023) es un hongo filamentoso bastante común en el ambiente. Seguramente lo has observado en tus alimentos, específicamente en tortillas, donde se manifiesta como un moho rosado de textura polvorienta (López, 2023).

**Crecimiento:** Rápido en 5 días en medios de cultivo para hongos como ADS y APD a una temperatura de 25 a 30°C. Es importante destacar que rara vez se asocia con infecciones en humanos.

## **Morfología macroscópica:**

Presenta un crecimiento ilimitado, cubre completamente el medio de cultivo. Su coloración varía entre amarillo-naranja y rojo salmón, algunas cepas pueden mostrar tonalidades blanco-amarillentas. La colonia tiene una apariencia vellosa, polvorienta y seca. Al reverso es de color naranja de difusión limitada.



Anverso de *Chrysonilia spp.*



Reverso de *Chrysonilia spp.*

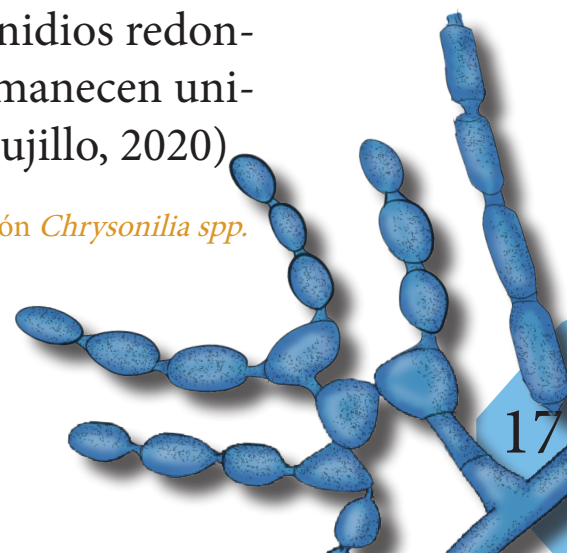
## **Morfología microscópica:**

Micelio hialino, macrosifonado, septado con hifas de 4 a 8  $\mu\text{m}$ . Posee artroconidios, que son esporas asexuales de forma rectangular de 4 a 6  $\mu\text{m}$ , con una membrana gruesa, con artroconidios redondeados. Las cadenas de conidios permanecen unidas por disyuntores (Trujillo, 2020)

*Chrysonilia spp.* en azul de lactofenol 40x

Ilustración *Chrysonilia spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Cladophialophora spp.*

Es un género de hongos dematiáceos que a menudo se confunde con *Cladosporium*. Esta confusión radica en que algunas especies que anteriormente se clasificaban dentro del género *Cladosporium* actualmente forman parte del género *Cladophialophora* (Lars, 2023). Este género es uno de los principales agentes causales de la cromoblastomicosis en humanos (Gaviria, 2017).

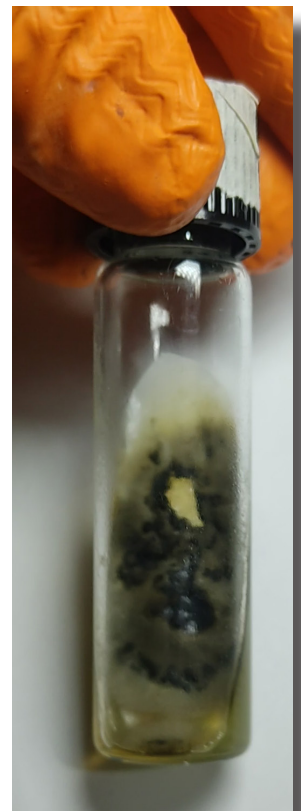
**Crecimiento:** De forma lenta, requiriendo de dos a tres semanas para su desarrollo a 25 a 30°C en ADS y APD.

## **Morfofología macroscópica:**

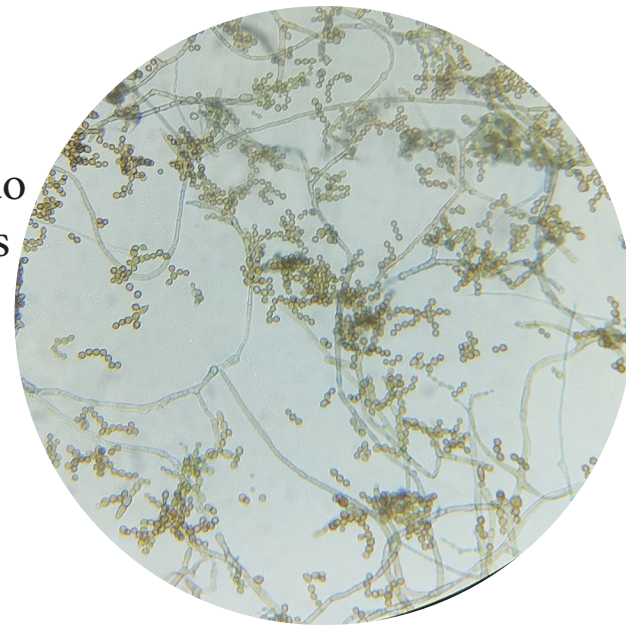
Las colonias que se forman son planas y de apariencia radiada, presentando una coloración verde oscuro o grisácea. Su textura se describe como vellosa y aterciopelada. El reverso de la colonia exhibe un pigmento negro difuso.

## **Morfofología microscópica:**

Se observa un micelio abundante, macrosifonado septado y pigmentado. Se distinguen numerosos conidios de forma ojival, con un diámetro aproximado de 4 a 8  $\mu\text{m}$ . Estos conidios se disponen en cadenas de 8 a 10 unidades, con una organización característica en forma de hormodendrum. (Trujillo, 2020)



Anverso de *Cladophialophora spp.*



*Cladophialophora spp.* en azul de lactofenol 40x

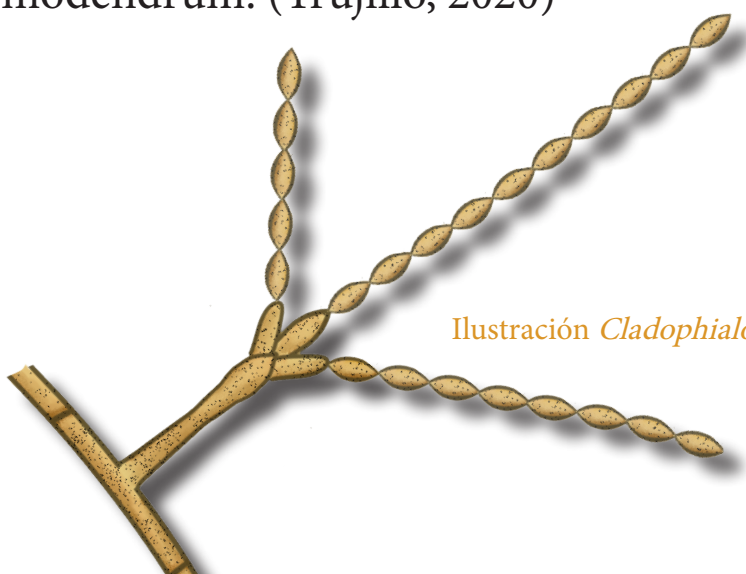


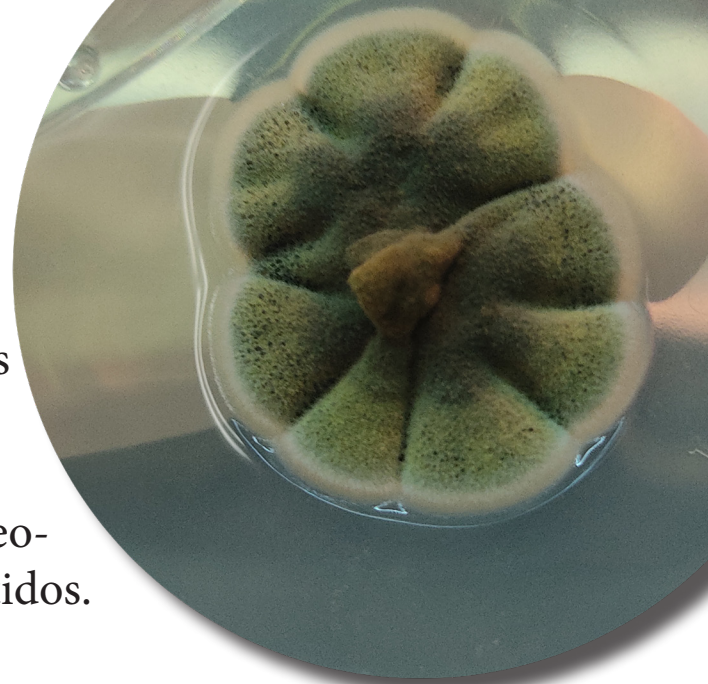
Ilustración *Cladophialophora spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Cladosporium spp.*

Es un hongo ambiental muy común considerado como un contaminante saprofito, fitopatógeno que rara vez infecta a animales y humanos, es dematiáceo (Wang, 2024). Es relacionado al ser un alérgeno que produce rinitis alérgica, asma, conjuntivitis y feohifomicosis en pacientes inmunocomprometidos. (Lars, 2023)



Anverso de *Cladosporium spp.*

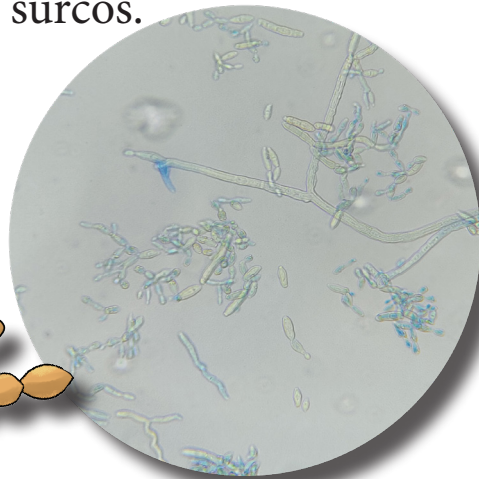
**Crecimiento:** Rápido en 5 a 10 días a 25°C en ADS y APD.

## **Morfología macroscópica:**

Anverso: Colonias verde oscuro, aterciopaldas y secas, puede presentar surcos.

Reverso: Negro

*Cladosporium spp.* 40x  
Azul de lactofenol



Microconidios

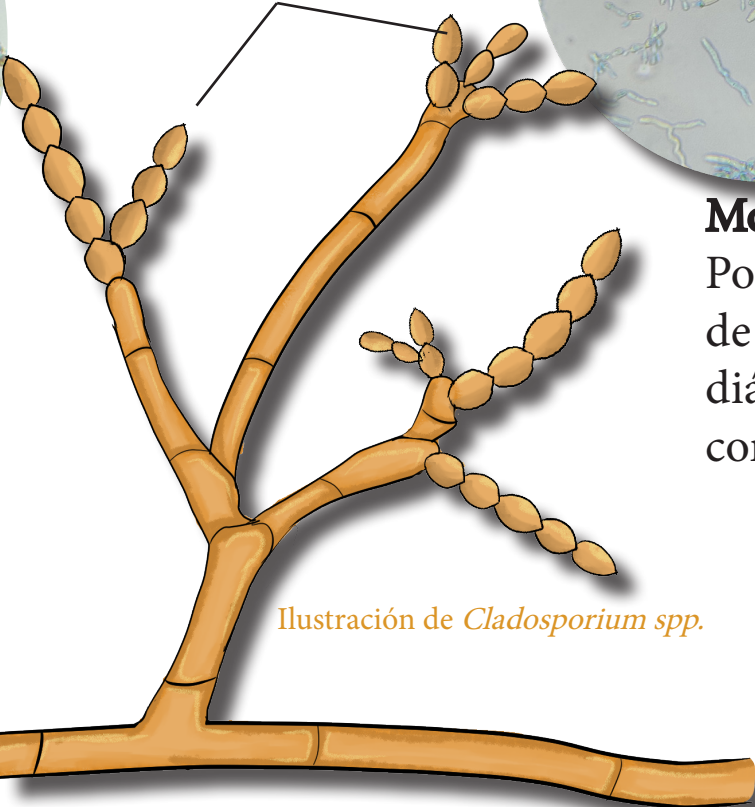
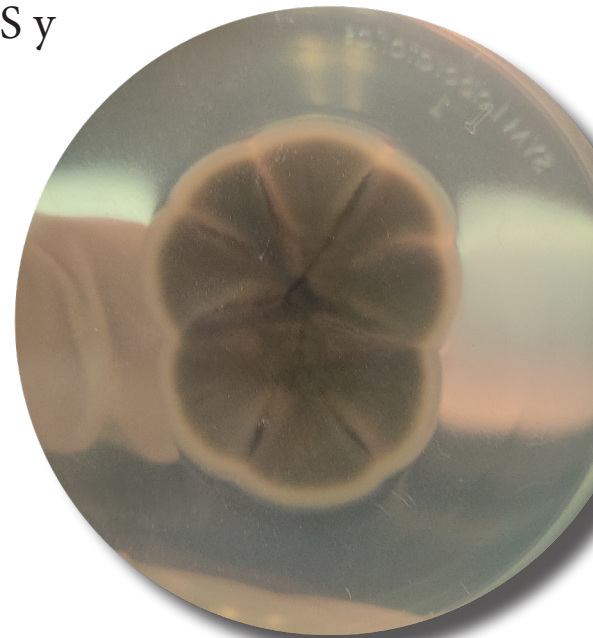


Ilustración de *Cladosporium spp.*



Reverso de *Cladosporium spp.*

## **Morfología microscópica:**

Posee un micelio septado, macrosifonado y de un color oscuro café verdoso de 2-4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Los microconidios son acropetales, con conidióforos cortos. (Trujillo, 2020)

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.

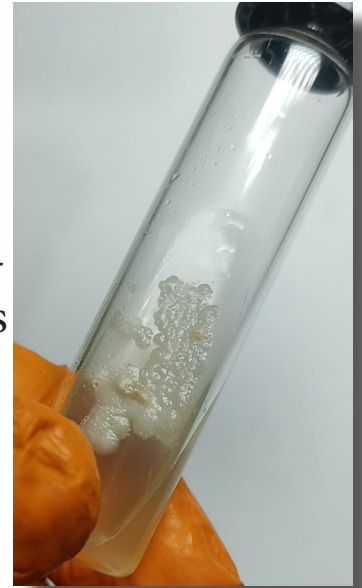


# *Cryptococcus spp.*

Es una levadura presente en el ambiente, las palomas funcionan como reservorio de esta levadura y puede infectar a humanos mediante la inhalación de sus esporas que están presentes en los excrementos de estas aves (Kamari, 2017).

## **Morfología macroscópica:**

En APD, las colonias de *Cryptococcus* también suelen ser de color crema a beige. Las colonias son lisas, brillantes y elevadas.



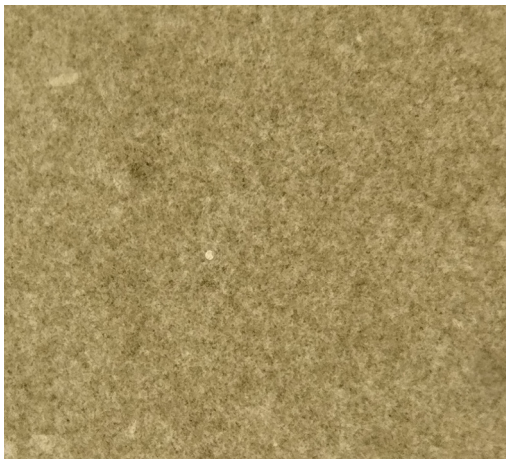
Anverso de *Cryptococcus spp.*

## **Morfología microscópica:**

Las células de *Cryptococcus* son levaduras esféricas a ovaladas, con un tamaño que generalmente oscila entre 5 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro (Trujillo, 2020).

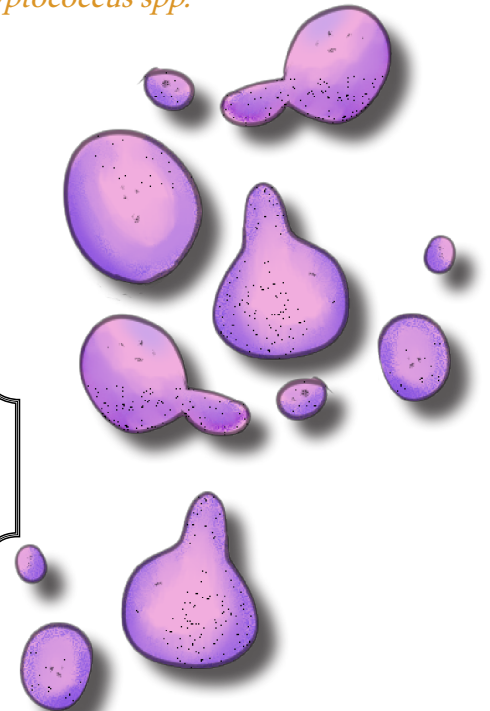
Una característica distintiva es la presencia de una cápsula polisacárida que rodea la célula. Esta cápsula no se tiñe con la tinción de Gram, por lo que se puede visualizar utilizando la tinta china, que crea un halo claro alrededor de la célula sobre un fondo oscuro. (Arenas, 2014)

Ilustración *Cryptococcus spp.*



Capsula de *Cryptococcus spp.*  
tinta china a 40 x.

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Curvularia spp.*

Actualmente a este género se la ha incorporado el género *Bipolaris* spp. debido a sus similitudes genéticas. *Bipolaris* tiende a ser más patógeno en plantas, mientras que *Curvularia* tiene un rango más amplio de huéspedes y aplicaciones industriales (Ram, 2024),(Lars, 2023).

**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 5 días a 25 a 30°C en agar ADS y APD.

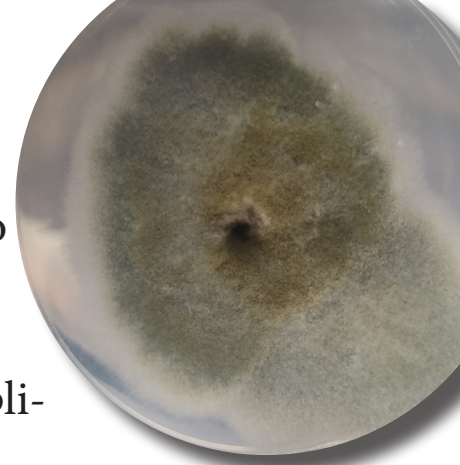
## **Morfología macroscópica:**

Las colonias de *Curvularia spp.* presentan una superficie que varía de verde oliva oscuro a marrón o negro, con una textura lanosa de color gris rosado. El reverso de la colonia es oscuro.

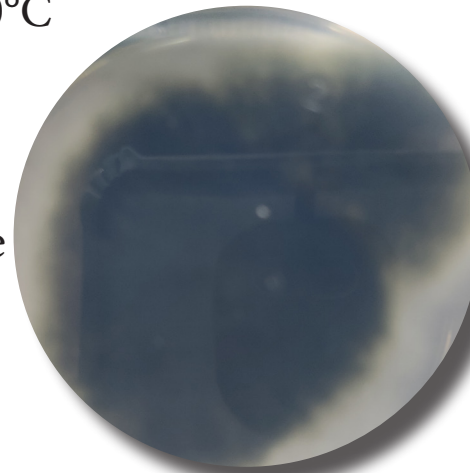
Las colonias de las antiguas *Bipolaris spp.* inicialmente muestran una coloración marrón grisácea, que evoluciona a negro con un aspecto mate y un borde grisáceo elevado. El reverso de estas colonias es de color marrón oscuro a negro (Sciortino, 2017).

## **Morfología microscópica:**

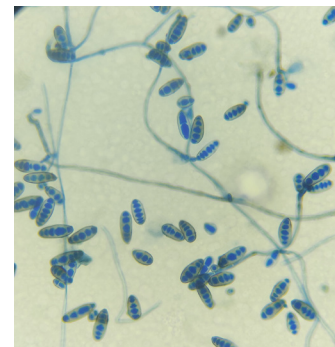
Hifas oscuras y septadas, conidióforos son curvados, grandes, de cuatro septos y curvadas por la hinchazón de un septo central. Algunas especies previamente clasificadas como *Bipolaris* tienen hifas oscuras y septadas, pero sus conidióforos crecen en zigzag y sus conidios, inicialmente son translúcidos y luego marrones, cilíndricos con varios tabiques y un pequeño punto de unión (Lars, 2023).



Anverso *Curvularia spp.*



Reverso *Curvularia spp.*



*Curvularia spp.* azul de lactofenol a 40 x

Ilustración *Curvularia spp.*



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.

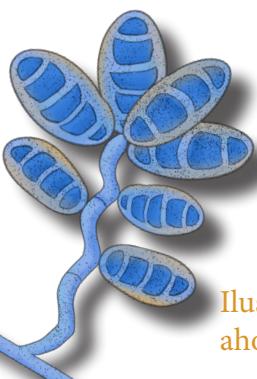


Ilustración antigua *Bipolaris spp.* ahora *Curvularia spp.*

# *Epicoccum spp.*

Hongo fitopatógeno y de control biológico, es conocido por producir epicolactona que es un compuesto antimicrobiano (Taguian, 2021).

**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 6 a 10 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

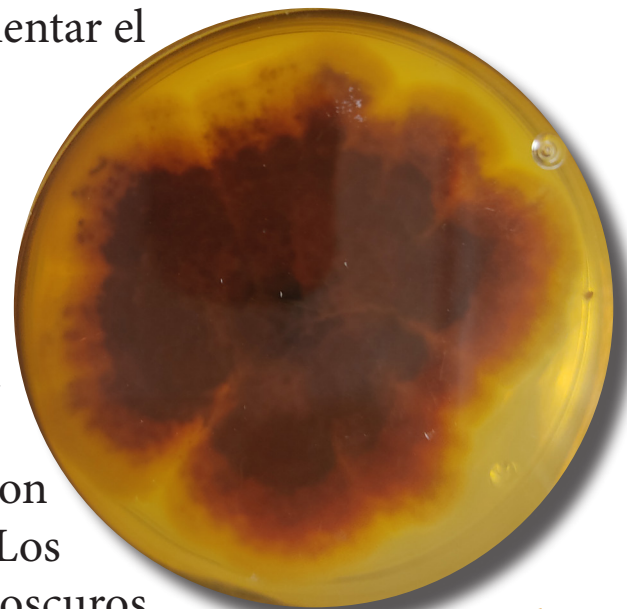
La colonia tiene una apariencia algodonosa al inicio, con color amarillo que cambia a naranja con puntos negros al madurar. El reverso del medio de cultivo se torna amarillo-naranja y puede pigmentar el medio en rojo o naranja.

## **Morfología microscópica:**

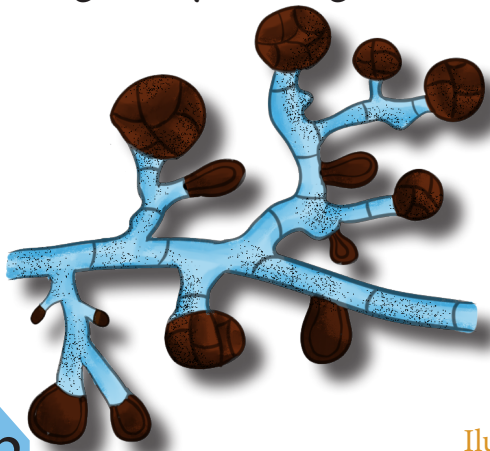
Las hifas son hialinas y septadas, con algunas de color marrón oscuro. Se forman grupos de conidióforos cortos que dan origen a una masa densa, de donde surgen los conidios. Los conidios jóvenes son redondos o con forma de pera, lisos, pálidos y no septados. Los maduros son multiseptados, casi redondos, oscuros, rugosos y verrugosos (Lars, 2023).



Anverso de *epicoccum spp.*



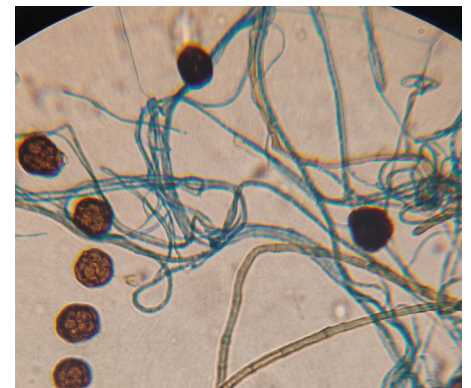
Reverso de *Epicoccum spp.*



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



Ilustración *Epicoccum spp.*



*Epicoccum spp.* en azul de lactofenol 40x

# *Exserohilum spp.*

Es un hongo fitopatógeno, rara vez puede infectar a humanos, solo hubo un caso de un brote epidémico de meningitis debido a un error en la producción de un medicamento (Casadevall, 2013)

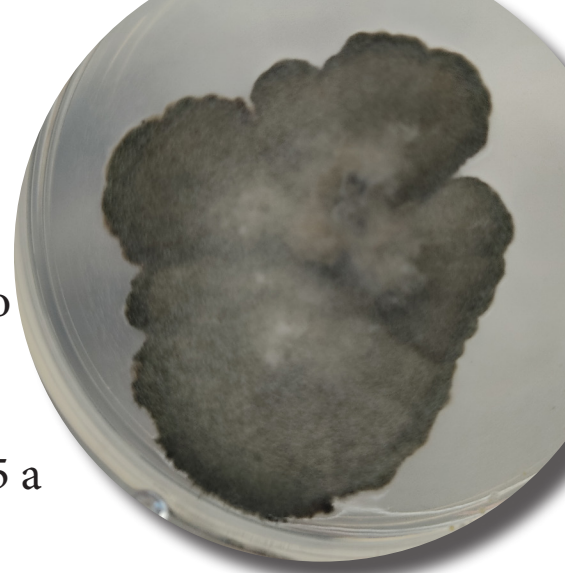
**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 5 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

**Morfología macroscópica:**

Superficie algodonosa y lanosa, color gris oscuro a negro, con bordes grisáceos, el reverso es negro.

**Morfología microscópica:**

Presenta hifas oscuras y septadas. Es similar a *Curvularia*, solo que *Exserohilum* posee más septos y es más largo. Sus conidios se pueden observar de una forma nudosa y en zigzag. Los conidios son marrones, alargados, con paredes gruesas y entre 7 a 11 septos. Miden en promedio  $14 \times 90 \mu\text{m}$  o más (Lars, 2023).



Anverso de *Exserohilum spp.*



Reverso de *Exserohilum spp.*

*Exserohilum spp.* en azul de lactofenol 40x

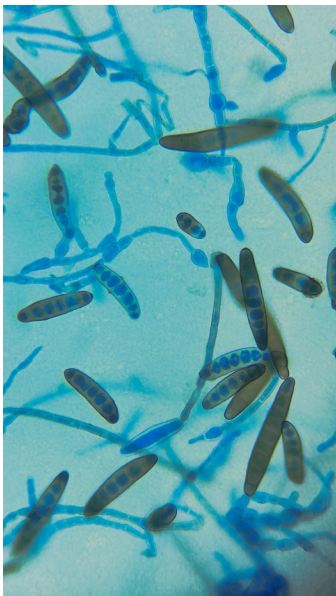


Ilustración *exserohilum spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Fonsecaea spp.*

Es uno de las principales hongos dematiáceos que provocan cromoblastomicosis junto con *Cladophialophora carrionii*. La cromoblastomicosis es una infección crónica de la piel y tejidos subcutáneos (Arenas, 2014). Las lesiones suelen ser verrugosas y pueden ser difíciles de tratar. La infección puede ocurrir por heridas de la piel, por ejemplo como el caminar descalzo (Trujillo, 2020). Se encuentra en el ambiente, normalmente en climas húmedos y tropicales.

**Crecimiento:** Lento de 2 a 3 semanas a 25°C en ADS y APD.

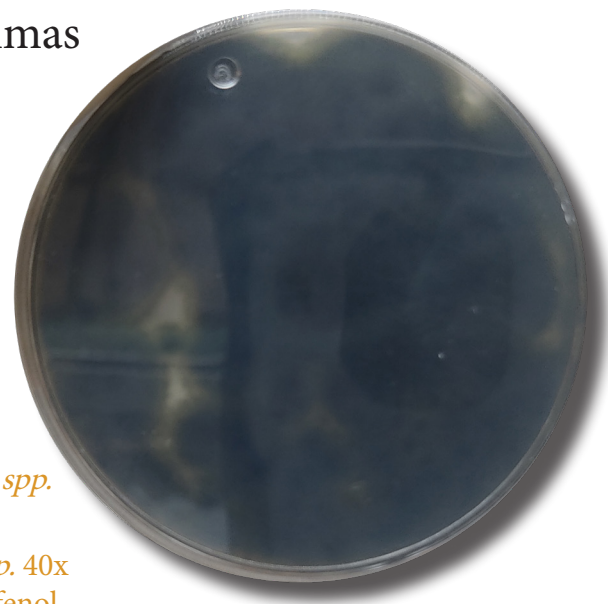
## **Morfología macroscópica:**

Anverso: Las colonias son pardas o negras, aterciopaldas secas, pueden generar surcos

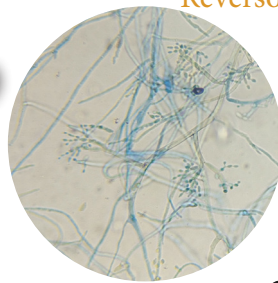
Reverso: Negro ocre difusible con el medio.



Anverso de *Fonsecaea spp.*



Reverso de *Fonsecaea spp.*



*Fonsecaea spp.* 40x  
Azul de lactofenol

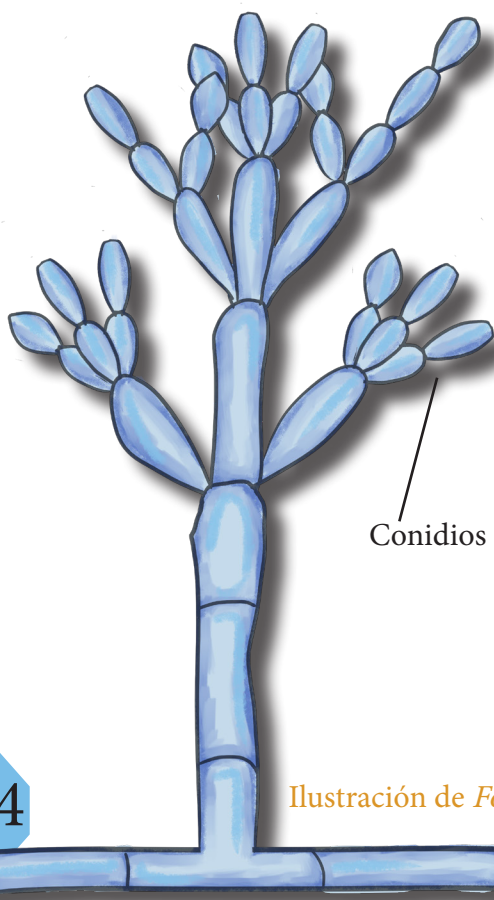


Ilustración de *Fonsecaea spp.*

## **Morfología microscópica:**

Las hifas son septadas, ramificadas, de color hialino a marrón oscuro, con septaciones marrón oscuro. Existen cuatro tipos de formación de conidios, del tipo: *Cladosporium*, *Rhinocladiella*, *Fonseca* y *Phialophora* (Sciortino, 2017).

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Fusarium spp.*

Habita en suelos, plantas y ambientes acuáticos. Es uno de los principales agentes causales de queratitis micótica en pacientes inmunosuprimidos, algunas especies causan infecciones humanas conocidas que pueden afectar la piel, las uñas, los ojos y, en casos graves, causar infecciones sistémicas en personas inmunocomprometidas (Lars, 2023). También produce micotoxinas como la fumonisina B1, que contaminan alimentos y afectan la salud humana y animal (Trujillo, 2020).

## **Crecimiento:**

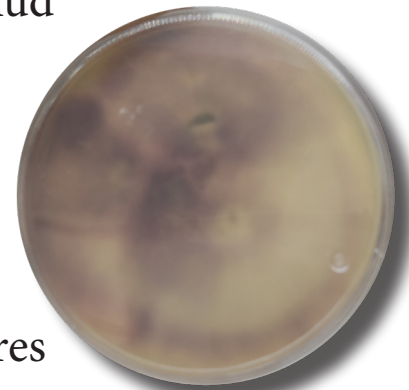
Rápido en 5 días a 25°C en ADS y APD

## **Morfología macroscópica:**

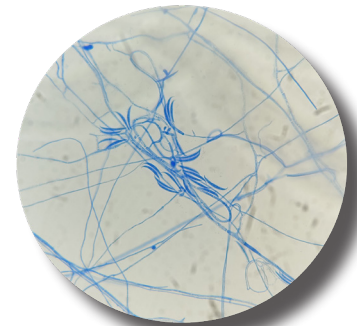
Es de un color blanco al inicio y se torna de diversos colores dependiendo la especie (Violeta, naranja, rosa o morado) a excepción de *F. solani* el no produce pigmentación en el medio.



Anverso de *Fusarium spp.*



Reverso de *Fusarium spp.*



*Fusarium spp.* 40x  
Azul de lactofenol

## **Morfología microscópica:**

Hifas delgadas y septadas  
Sus conidios son grandes en forma de hoz o canoa con 3 a 5 septos de 2-6  $\mu\text{m}$  de ancho y de largo 14-80  $\mu\text{m}$  de ancho (Lars, 2023).



Ilustración de *Fusarium spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Geotrichum spp.*

Es una levadura que se encuentra en el suelo, aire y productos lácteos. Es usado en la industria alimentaria para mejorar las características de algunos quesos (Boutrou, 2005).

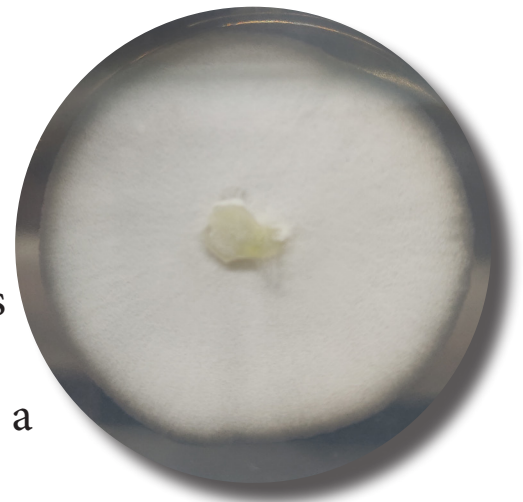
**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 5 días a 25 a 37°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

Colonia de tamaño ilimitado, cubre toda la superficie del medio de cultivo de un color blanco amarillento. Presenta una textura plana, con aspecto vellosos y húmedo. El reverso de la colonia no muestra pigmentación.

## **Morfología microscópica:**

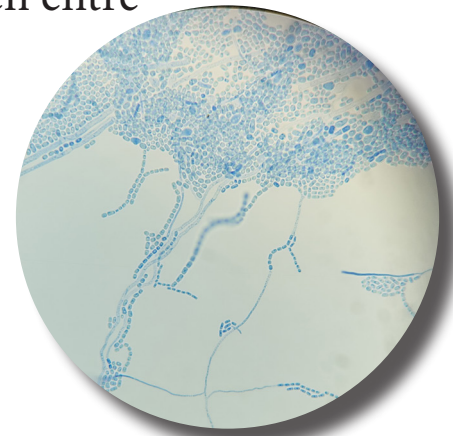
Las hifas son septadas y gruesas. Con la edad, se separan en artroconidios. Los artroconidios están unidos consecutivamente en cadenas, sin separarse entre sí, y tienen forma rectangular con paredes gruesas. Miden entre 6 y 12 × 3 y 6 μm (Sciortino, 2017).



Anverso de *Geotrichum spp.*



Reverso de *Geotrichum spp.*



*Geotrichum spp.* en azul de lactofenol 40x

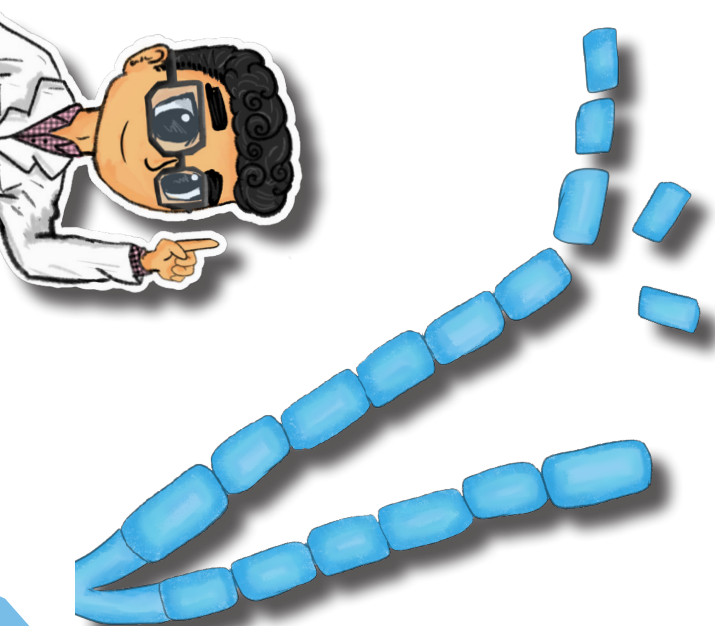


Ilustración *Geotrichum spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Microsporum spp.*

Hongo dermatofito. Puede ocasionar tiña de la piel, tiña de las uñas y tiña capitis. *Microsporum canis* es la especie más popular de este género y puede estar presente en perros y gatos (Skerlev, 2010).

**Crecimiento:** en 6 a 10 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología Macroscópica:**

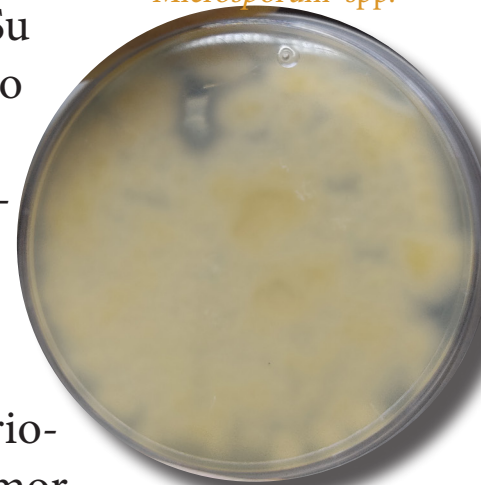
Macroscópicamente, las colonias de este hongo tienden a extenderse por toda la superficie del medio de cultivo. Su coloración varía en tonalidades claras, desde un amarillo pálido hasta un naranja, dependiendo de la especie. El reverso de la colonia generalmente no presenta pigmentación aunque dependiendo la especie puede ser amarillo o naranja.

## **Morfología Microscópica:**

Abundante producción de macroconidios o macroaleurioconidios, los cuales muestran una notable variabilidad morfológica dependiendo de la especie de 7 a 20 por 30 a 60  $\mu\text{m}$ . Con formas fusiformes, claviformes, ovals, similares a un ovalo, presentan septos transversales (Sciortino, 2017).

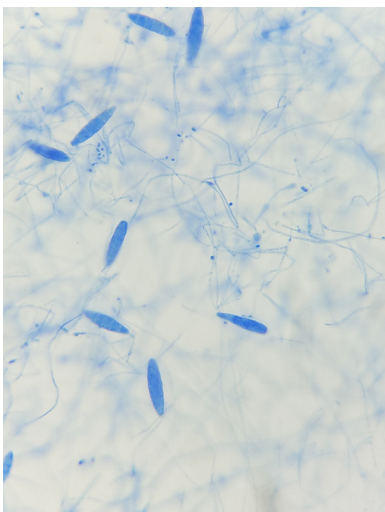


Anverso de *Microsporum spp.*



Reverso de *Microsporum spp.*

*Microsporum spp.* en azul de lactofenol 40x



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.

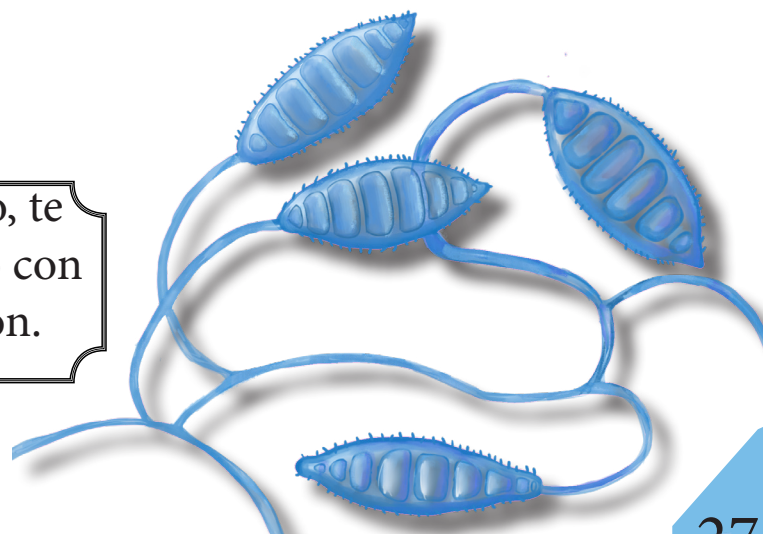


Ilustración *Microsporum spp.*

# *Mucor spp.*

Es uno de los agentes causales de la mucormicosis, es de los hongos más comunes en el ambiente, tiene bastante usos interesantes como el ser uno de los principales productores de quitosano o biocombustible. Es común en el suelo y materia orgánica en descomposición (Fazili, 2022; Karimi, 2013).

**Crecimiento:** Rápido 3 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

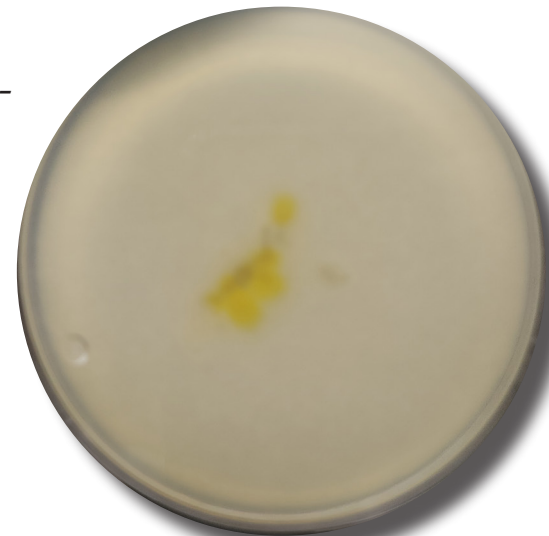
El anverso de la colonia presenta un crecimiento ilimitado, llenando fácilmente tubos y cajas de Petri. Durante los primeros 2 a 3 días, su color es blanco puro, adquiriendo posteriormente una tonalidad blanco-grisácea. Su textura es seca, con un aspecto veloso o algodonoso. El reverso carece de pigmentación.

## **Morfología microscópica:**

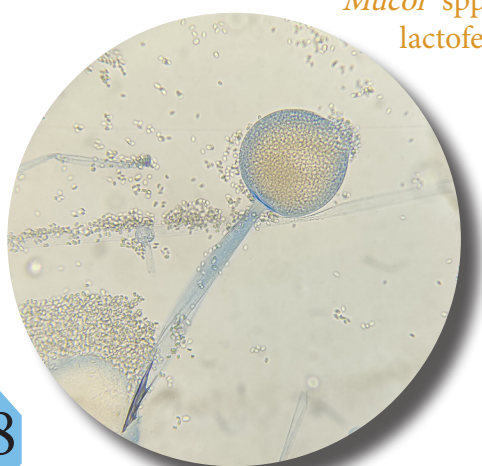
El micelio es macrosifonado, cenocítico y hialino, con un diámetro aproximado de 4 a 8  $\mu\text{m}$ . Posee esporangiosporas redondas, con un diámetro de 3 a 5  $\mu\text{m}$ . Los esporangióforos son ramificados y sostienen esporangios que alcanzan entre 20 y 80  $\mu\text{m}$  de diámetro, con una columnela pequeña y de forma ovoide (Trujillo, 2020).



Anverso de *Mucor spp.*

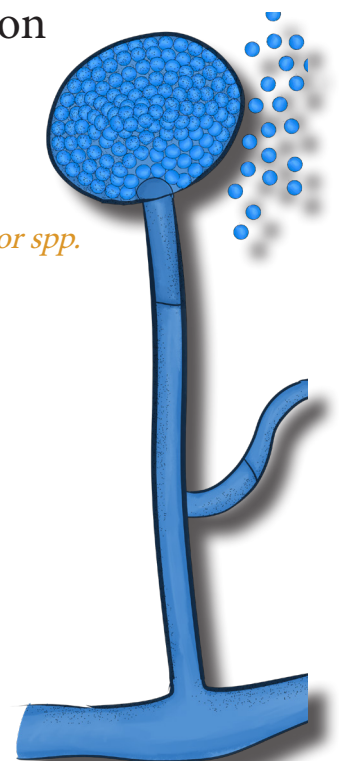


Reverso de *Mucor spp.*



*Mucor spp.* en azul de lactofenol 40x

Ilustración *Mucor spp.*



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Paecilomyces spp.*

Es un hongo termófilo, hay especies que pueden crecer hasta 50°C, algunas especies son usadas como biocontroladores y otras pueden ocasionar infecciones en humanos (Lars, 2023; Moreno, 2020).

**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 6 a 10 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS .

## **Morfología macroscópica:**

Es aterciopelada, polvosa, amarillenta de un color café, naranja o arena, puede presentar un borde blanco, el reverso es blanco translúcido, amarillo claro o café palo.

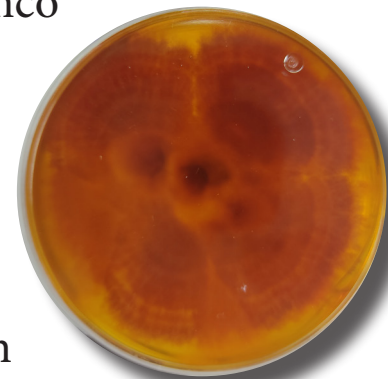
## **Morfología microscópica:**

Presenta una estructura similar a la del género *Penicillium*, aunque se diferencia por la forma de sus fiálides, que son más alargadas y se estrechan gradualmente hasta formar un tubo delgado y largo, asemejando bolos extendidos.

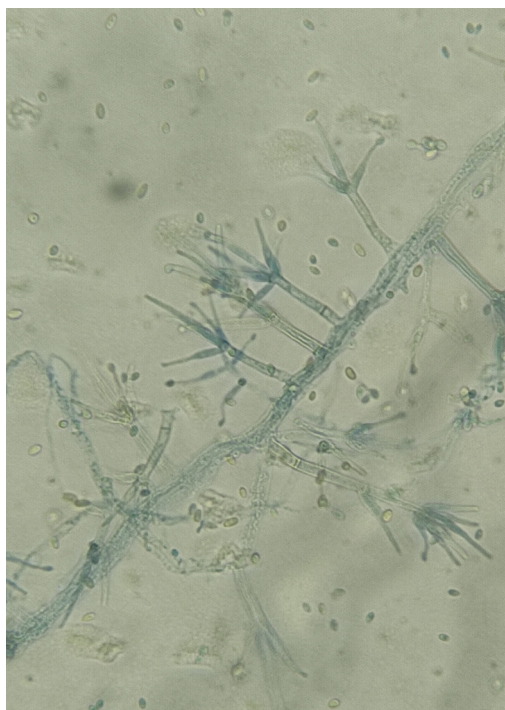
Los conidios, son de forma elíptica y con dimensiones aproximadas de 2–4 × 3–5 µm, se organizan en cadenas largas y no ramificadas (Lars, 2023).



Anverso de *Paecilomyces spp.*



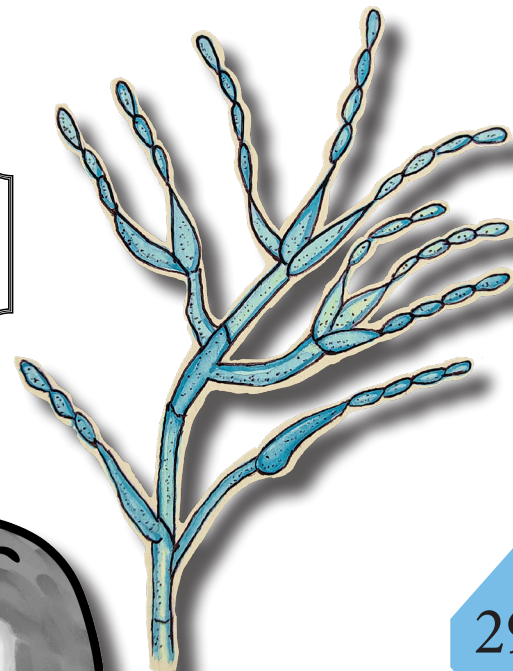
Reverso de *Paecilomyces spp.*



*Paecilomyces spp.* en azul de lactofenol 40x

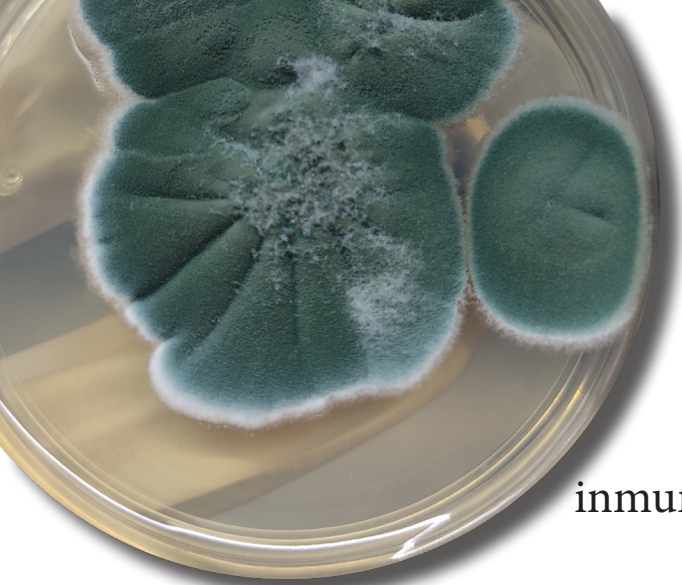
Ilustración *Paecilomyces spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Penicillium spp.*

Hongo presente en el ambiente, el suelo, el aire, alimentos en descomposición, es muy famoso por ser el principal fuente de antibiótico, la penicilina. Puede ocasionar alergias e infecciones en personas inmunocomprometidas. También algunas especies producen micotoxinas. (Arenas, 2013; Rundberget 2004).



Anverso de *Penicillium spp.*

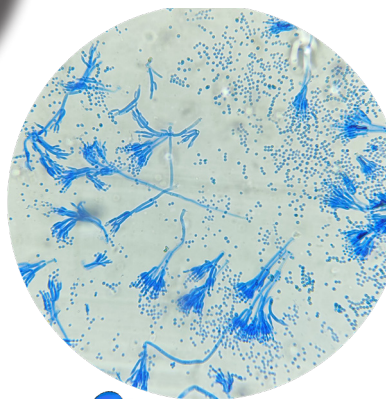
**Crecimiento:** Rápido en 5 días a °25C en ADS y APD

## **Morfología macroscópica:**

Sus colonias son verde claro a oscuro, aterciopaldas, planas, polvosas pueden presentar halos blanquecinos y surcos. Al reverso no presenta pigmento en el medio, algunas especies pigmentan amarillo incluso color ocre.



Reverso de *Penicillium spp.*



*Penicillium spp.* 40x  
Azul de lactofenol

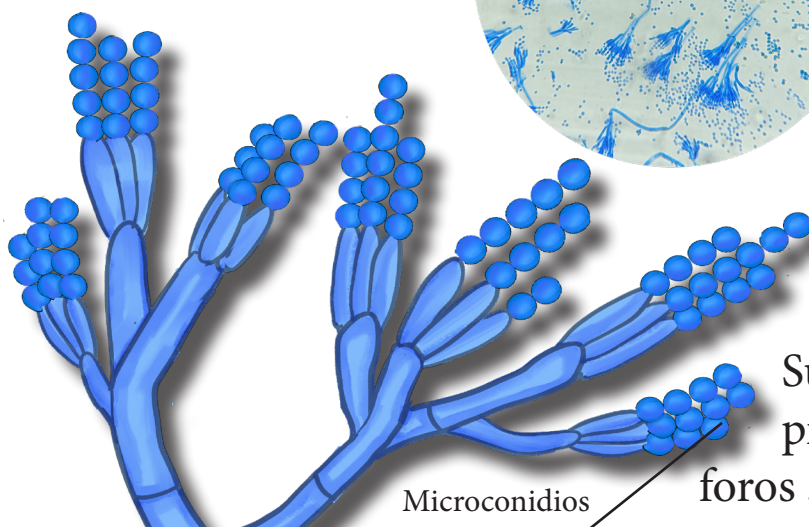


Ilustración de *Penicillium spp.*

## **Morfología microscópica:**

Posee un micelio hialino, septado, macrosifonado de entre 2 a 4  $\mu\text{m}$ . Sus microconidios redondos de 1-3, presenta fiálides, metulas y conidióforos 5 a 10  $\mu\text{m}$  de largo (Trujillo, 2020).

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Phoma* spp.

Es habitual en el ambiente como en lugares húmedos y suelos con materia orgánica en descomposición. Es un hongo fitopatógeno y también produce metabolitos antimicrobianos y tiene diversos usos. Es muy raro en infecciones a humanos (Benett, 2018; Lars, 2023).

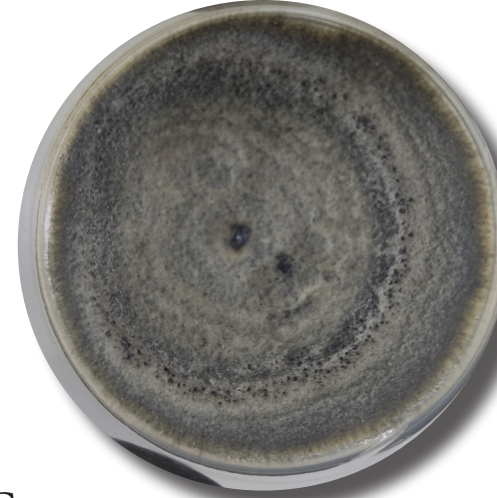
**Crecimiento:** Rápido en un promedio 5 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

La colonia es polvorienta o aterciopelada, extendida y de color marrón grisáceo. o verdoso; algunas especies pueden desarrollar áreas rosadas o rojizas. El reverso es de color marrón a negro. Algunas especies producen un pigmento difusible de color rojizo a marrón.

## **Morfología microscópica:**

Posee hifas hialinas y septadas, los picnidios son oscuros y redondos o en forma de matraz o de pera miden aproximadamente 60–120  $\mu\text{m}$  de diámetro y tienen aberturas (ostíolos) a través de las cuales se dispersan los conidios. Los conidios son en su mayoría unicelulares, sin color, o marrón pálido y pueden ser redondos y ovalados (Sciortino, 2017).



Anverso de *phoma* spp.



Reverso de *Phoma* spp.

*Phoma* spp. en azul de lactofenol 40x

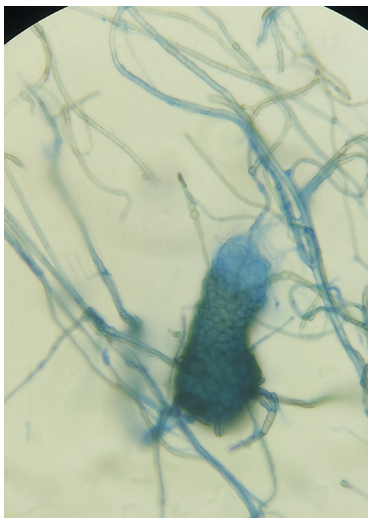
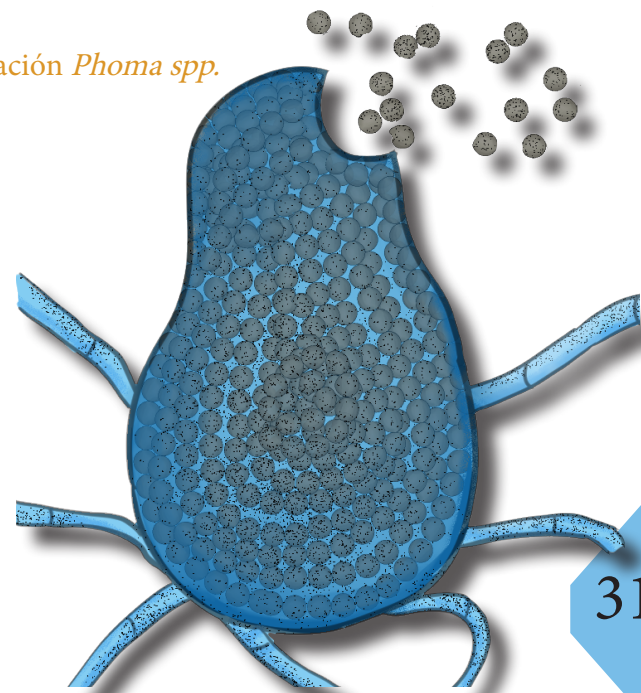


Ilustración *Phoma* spp.



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Rhizopus spp.*

Hongo abundante en el ambiente, el suelo y el aire. Es el principal agente causal de mucormicosis, esta infección afecta principalmente los senos paranasales, pulmones y sistema nervioso central. Es el típico moho negro que le sale al pan y la comida (Ghosh, 2011; Lars, 2023).

**Crecimiento:** Rápido en 5 días a 25°C en ADS Y APD.

## **Morfología macroscópica:**

Comunmente llena las placas petri de una forma rápida, de un color blanco al inicio que posteriormente se oscurece a un gris oscuro.

Reverso: No presenta pigmentación en el medio.

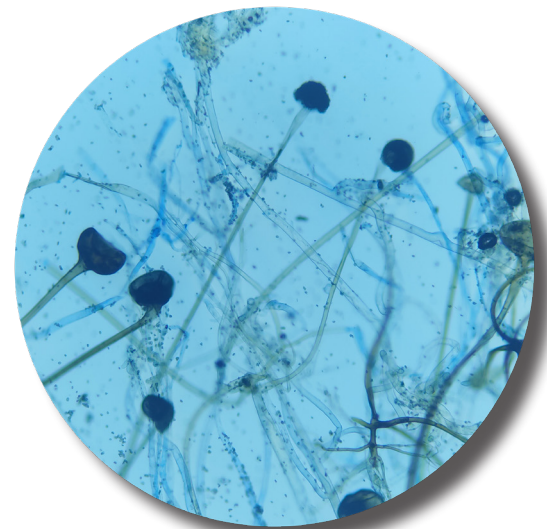


Anverso de *Rhizopus spp.*

Esporangiosporas



Ilustración de *Rhizopus spp.*



*Rhizopus spp.* 40x  
Azul de lactofenol

## **Morfología microscópica:**

Tiene un tipo de micelio hialino, cenocítico, macrosifonado de 5-10  $\mu\text{m}$  de diámetro. Posee esporangiosporas 6-8  $\mu\text{m}$  de diámetro, los esporangióforos son largos con una columnela pequeña (Trujillo, 2020).

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Rhodotorula spp.*

Género de levaduras comúnmente consideradas contaminantes ambientales, con baja virulencia. Se aíslan con frecuencia de diversas fuentes del entorno, en algunos casos, forman parte de la microbiota normal de la piel y las mucosas, también tiene varios usos industriales.

(Ochoa, 2024; Pérez, 2019).

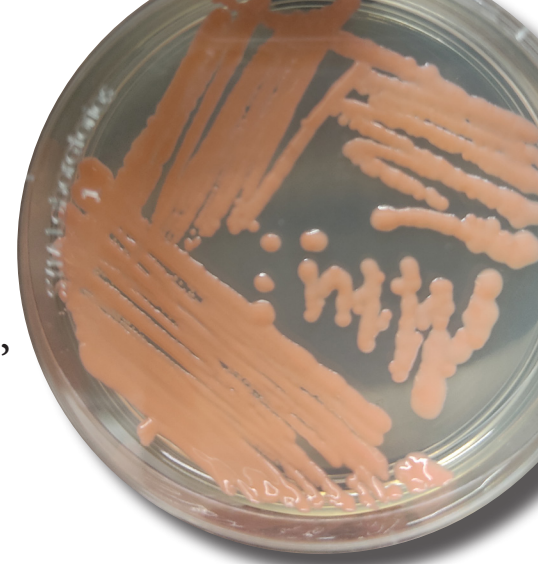
**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 5 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

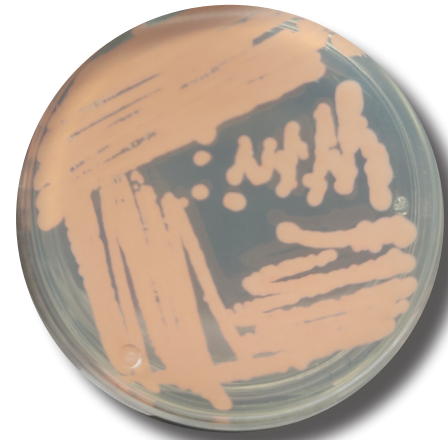
La colonia tiene un crecimiento limitado de 2-3 cm en cuatro días con una coloración rosa a rojo y textura cremosa. Su superficie es lisa, a veces con surcos o pliegues. En el reverso, presenta pigmento carotenoides rojo-rosáceo, sin difusión al medio.

## **Morfología microscópica:**

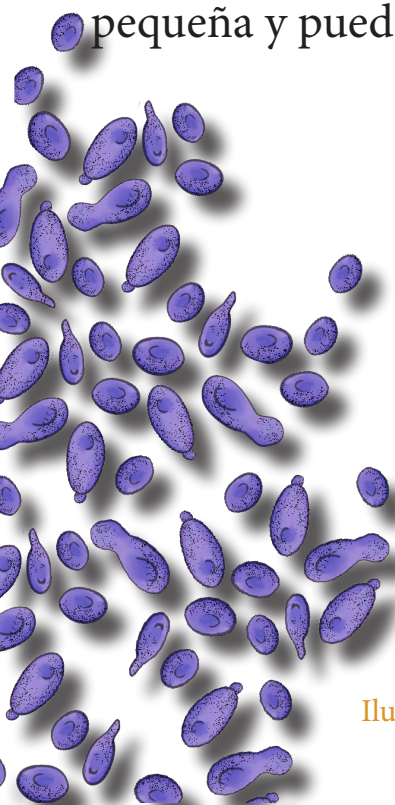
Rara vez se pueden observar pseudohifas. Presenta blastoconidios (2-4  $\mu\text{m}$ ) con gemaciones de tamaño aproximado a la mitad. La célula tiene una cápsula muy pequeña y puede producir basidiosporas. (Trujillo, 2020).



Anverso de *Rhodotorula spp.*



Reverso de *Rhodotorula spp.*

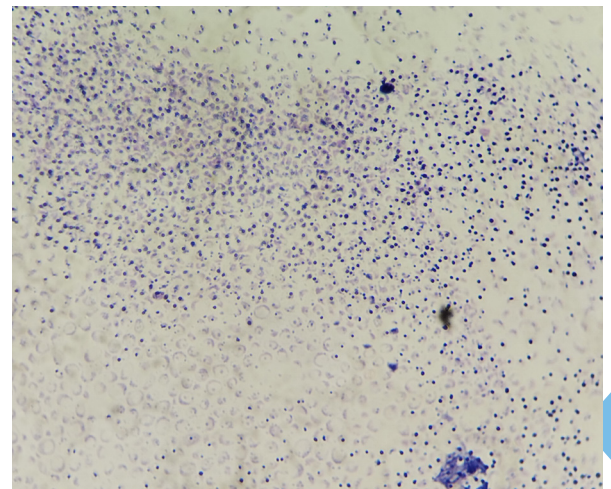


Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



Ilustración *Rhodotorula spp.*

*Rhodotorula spp.* en Gram 100x.



# *Scopulariopsis spp.*

Este hongo es considerado contaminante en el laboratorio, generalmente infecta las uñas y está relacionado con infecciones diseminadas en pacientes inmunodeprimidos. Algunas especies han desarrollado resistencia a los antifúngicos (Pérez, 2020; Woudenberg, 2017).

**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 5 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

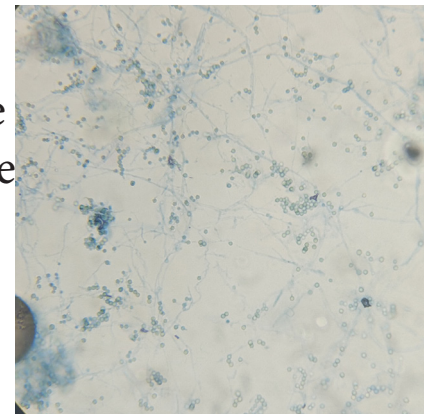
La colonia presenta inicialmente una superficie blanca y glabra, que con el tiempo adquiere un aspecto polvoriento de color marrón claro, con una periferia del mismo tono. En algunas especies el color puede variar hacia tonalidades gris oscuro, marrón intenso o negro. El reverso de la colonia suele ser marrón, con un centro más oscuro (Lars, 2023).

## **Morfología microscópica:**

Las hifas son septadas y están asociadas a conidióforos cortos ramificados. Estos conidióforos portan anélicos que pueden ser cilíndricos o con forma de bolo. Los conidios se disponen en cadenas y presentan forma redondeada, con un diámetro de 4 a 6  $\mu\text{m}$ . Son de paredes gruesas, rugosas y al madurar, se vuelven espinosos. (Trujillo, 2020).

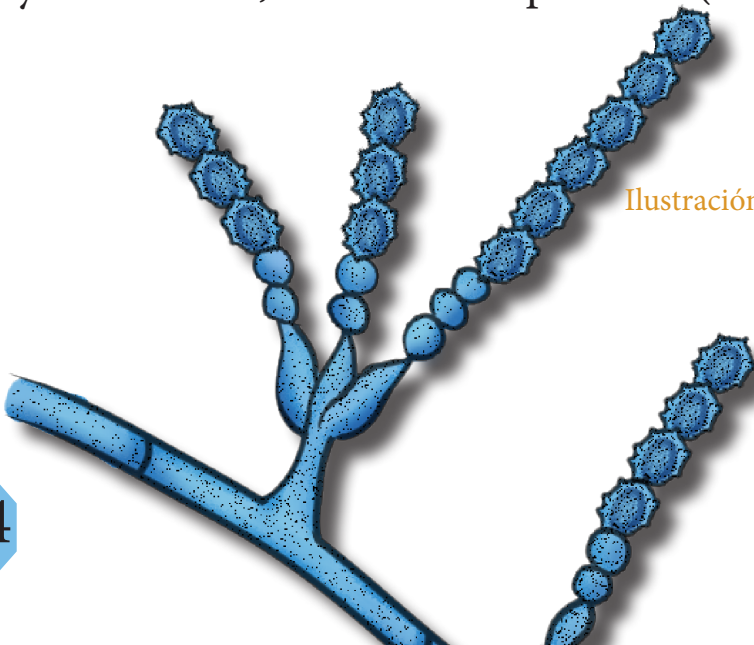


Anverso de *Scopulariopsis spp.*



*Scopulariopsis spp.* en azul de lactofenol 40x

Ilustración *Scopulariopsis spp.*



Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Talaromyces spp.*

Es un hongo dimórfico, es decir que presenta dos tipos de morfología dependiendo de la temperatura, a una temperatura ambiente de entre 25 a 30°C es un hongo filamentoso, pero al cambiarlo a una temperatura de entre 35 a 37°C se vuelve una levadura.

La especie más conocida es *talaromyces marneffeii* que ocasiona peniciliosis. (Trujillo, 2020; Zhai, 2016).

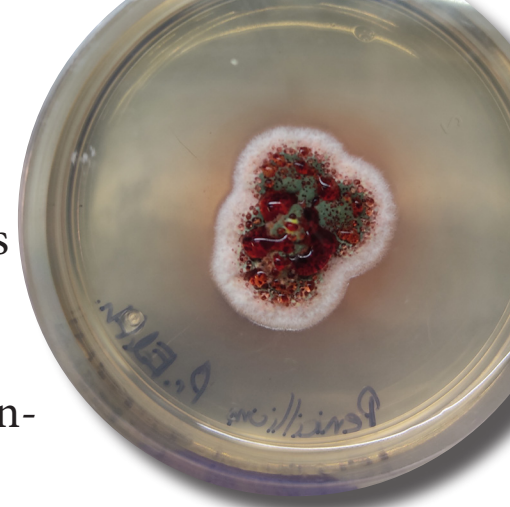
**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 6 a 10 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

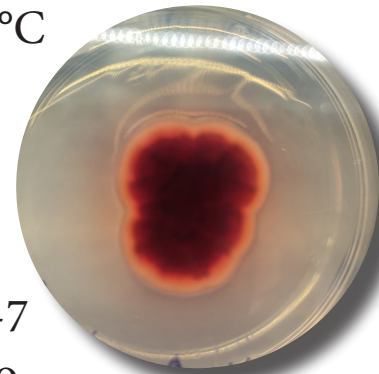
La colonia es plana, de aspecto polvoriento a aterciopelado, con coloración amarillo-rojiza y bordes amarillos o blancos. A menudo presenta un centro verde grisáceo azulado. Tras 3-7 días, libera un pigmento rojizo que se difunde con el medio.

## **Morfología microscópica:**

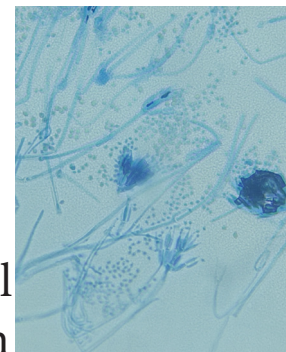
Posee estructuras idénticas al género *penicillium*, con microconidios de 2.5 a 3.0 µm en cadenas que nacen de fiálides que parten de tres metulas y un condioforo. Para distinguirlo de *Penicillium*, se incubaba a 37°C y se buscan estructuras levaduriformes ovaladas, que forman colonias cremosas (blanco-grisáceas al inicio, luego blanco-rosadas), de superficie rugosa o plegada, con un pigmento rojo-café poco difusible (Lars, 2023).



Anverso de *Talaromyces spp.*



Reverso de *Talaromyces spp.*



*Talaromyces spp.* en azul de lactofenol 40x

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



Ilustración *Talaromyces spp.*

# *Trichoderma spp.*

Es un hongo ascomiceto presente en el suelo donde a menudo se pueden encontrar dondequiera que haya material vegetal en descomposición, es considerado un hongo patógeno oportunista en humanos y un fuerte biocontrolador de hongos fitopatógenos. (Gúzman, 2023). Aunque realmente es más conocido por las aportaciones que ha hecho dentro de la biotecnología por ejemplo al ser uno de los principales productores de celulasa a nivel mundial. (Schuster, 2010).

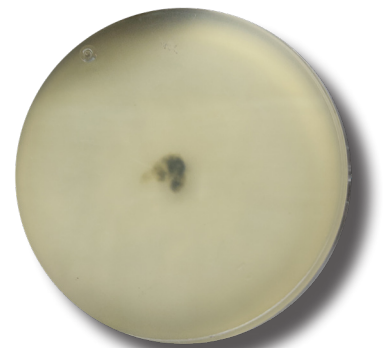
**Crecimiento:** Rápido en 5 días a 25°C en ADS y APD.

## **Morfología macroscópica:**

Las colonias son aterciopeladas blancas en los primeros días, se tornan verde amarillento al pasar los días. Al reverso presenta color en el medio.



Anverso de *Trichoderma spp.*



Reverso de *Trichoderma spp.*

## **Morfología microscópica:**

Tiene un tipo de micelio hialino, septado y macrosifonado de 8-12  $\mu\text{m}$ . Sus microconidios miden de 2 a 4  $\mu\text{m}$ , posee fiálides que terminan en punta, similar a la forma de una cruz, pueden medir 2-4  $\mu\text{m}$ . (Trujillo, 2020).

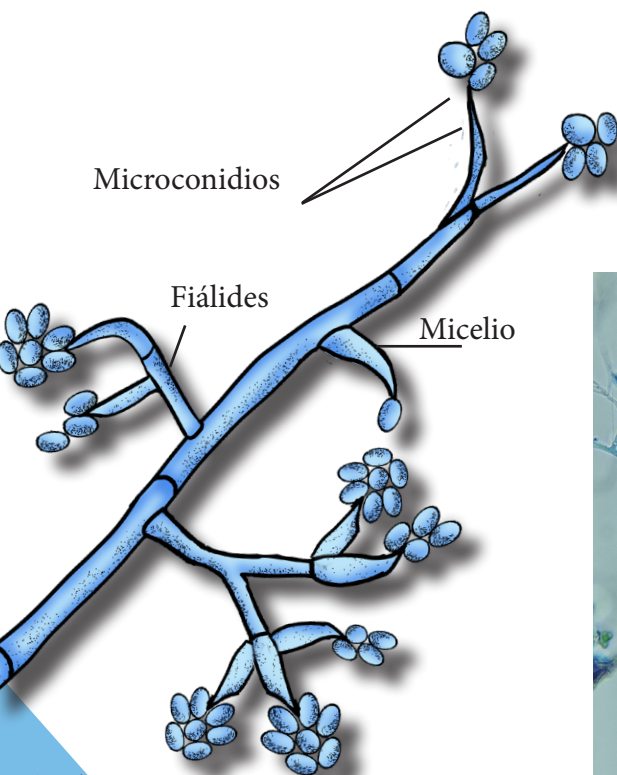
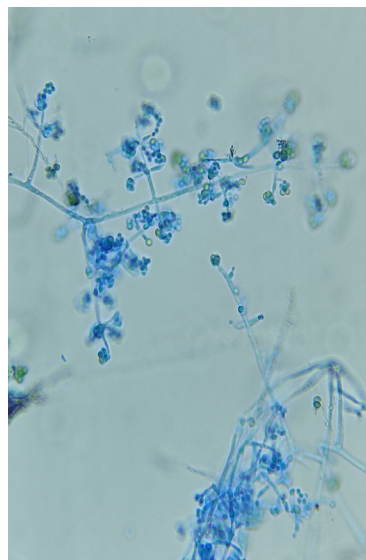


Ilustración de *Trichoderma spp.*



*Trichoderma spp.* 40x  
Azul de lactofenol

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# *Trichophyton spp.*

Hongo dermatofito, el más conocido y común es *Trichophyton rubrum*. Los hongos dermatofitos son hongos que infectan y consumen tejidos queratinizados como la piel, el cabello y las uñas. Ocasionando las famosas tiñas. (Trujillo, 2020)

Es el principal agente etiológico de la tiña de los pies, ingle, uñas y cuerpo, así como de los granulomas dermatofíticos (Lars, 2023).

**Crecimiento:** Lento en un promedio de 10 a 15 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

Las colonias presentan una textura esponjosa, con una coloración que varía del blanco al beige. Algunas especies pueden mostrar tonalidades más intensas como naranja o violeta. El reverso de la colonia es variable, pudiendo ser incoloro, rojo intenso, violáceo, o en ocasiones marrón o amarillo anaranjado, según la especie.

*Trichophyton spp.* en azul de lactofenol 40x

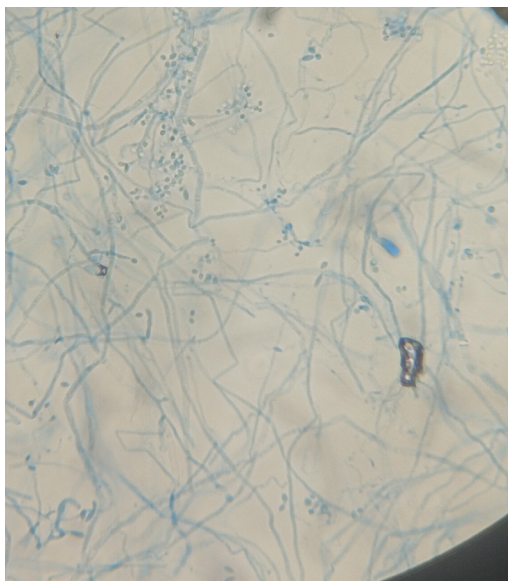
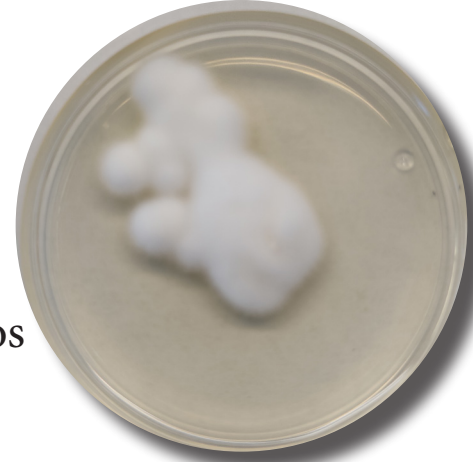
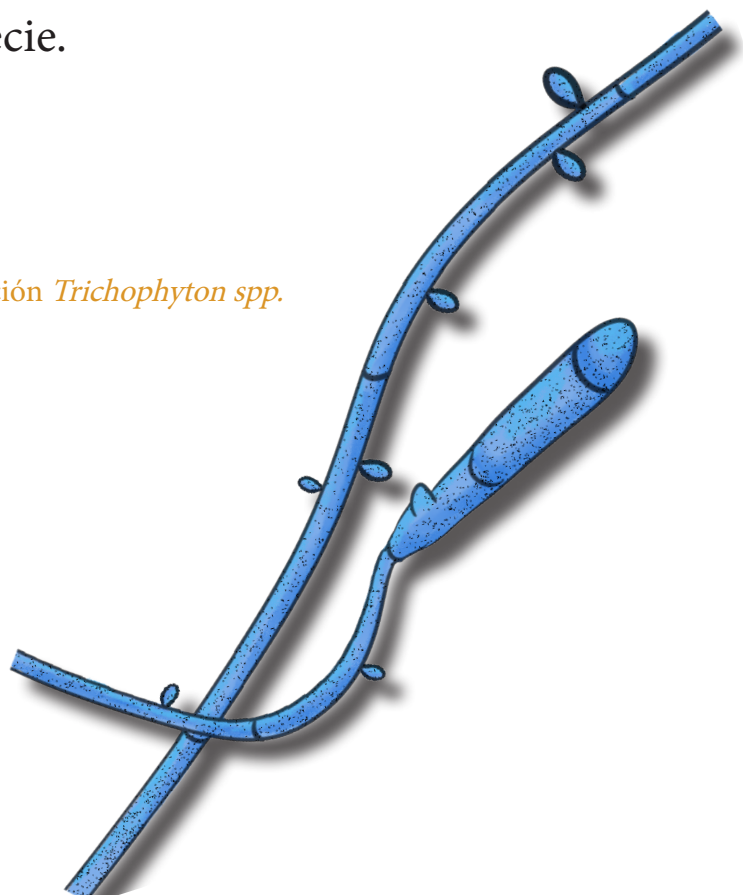
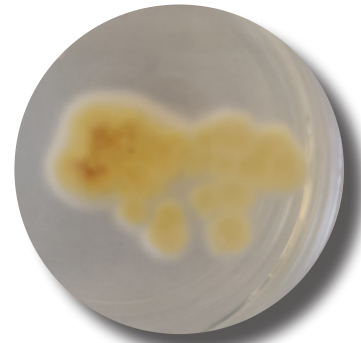


Ilustración *Trichophyton spp.*



Anverso de *Trichophyton spp.*



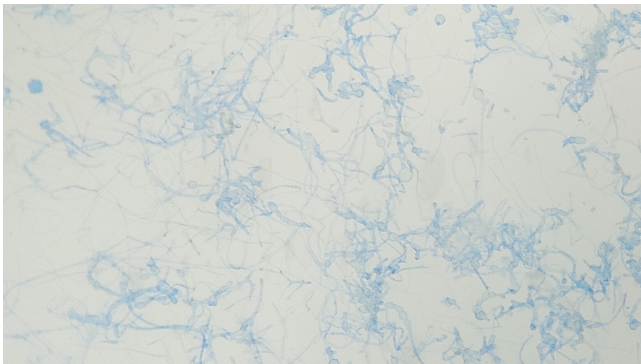
Reverso de *Trichophyton spp.*

## Morfología microscópica:

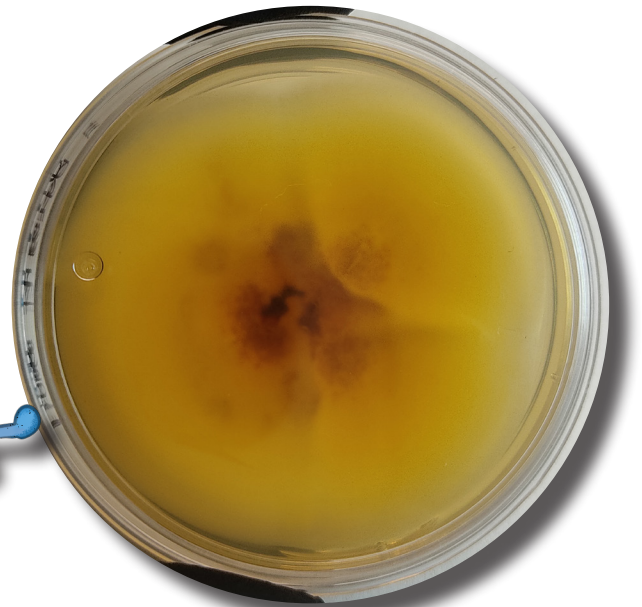
Las hifas son septadas, microconidios son de forma de lágrima, se disponen de manera separada a lo largo de las hifas. En cuanto a los macroconidios, su presencia varía según la especie: pueden ser abundantes, escasos o incluso estar ausentes. Cuando están presentes, presentan una morfología alargada y estrecha, con paredes delgadas, cuya forma exacta depende de la especie. Los macroconidios pueden desarrollarse directamente en los extremos de las hifas más gruesas, los microconidios se forman de manera característica sobre la superficie de las hifas (Trujillo, 2020).



Anverso de  
*T. tonsurans*.



*T. tonsurans* en azul de  
lactofenol 40x



Reverso de  
*T. tonsurans*.

Ilustración *T. tonsurans*.



Presiona el ícono, te  
llevará a un video con  
más información.



# *Verticillium spp.*

Es un hongo fitopatógeno y biocontrolador, es considerado un contaminante habitual en el laboratorio (Klosterman, 2009).

**Crecimiento:** Rápido en un promedio de 6 a 10 días a 25 a 30°C en agar APD y ADS.

## **Morfología macroscópica:**

Las colonias presentan inicialmente una coloración blanca, que con el tiempo puede volverse marrón rosado, rojiza, verdosa o amarilla. Su textura es polvorienta o aterciopelada, y tiende a extenderse ampliamente por toda la superficie del medio de cultivo. El reverso puede variar entre blanco, amarillo o con tonalidades similares al óxido.

## **Morfología microscópica:**

Se observan hifas septadas. Los conidióforos pueden ser simples o mostrar ramificaciones en varios niveles, dispuestos en verticilos. Las fiálides son delgadas, muy alargadas y terminan en un ápice puntiagudo, también organizadas en verticilos. Los conidios son unicelulares, de forma ovalada, y se encuentran solos o en pequeños grupos en los extremos de las fiálides (Lars, 2023).



Anverso de *Verticillium spp.*



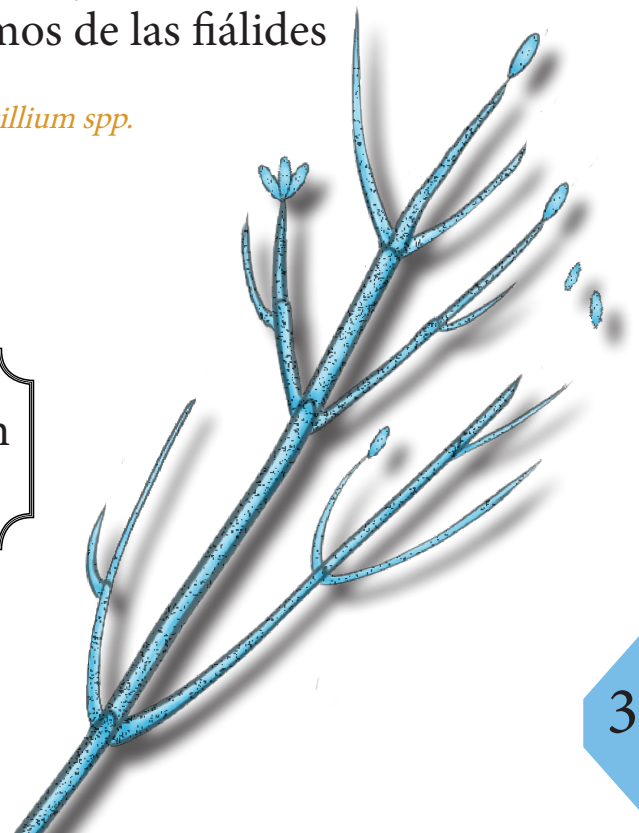
Reverso de *Verticillium spp.*

*Verticillium spp.* en azul de lactofenol 40x



Ilustración *Verticillium spp.*

Presiona el ícono, te llevará a un video con más información.



# Glosario:

- ADS (Agar Dextrosa Sabouraud): Medio de cultivo especializado para el aislamiento, crecimiento y preservación de hongos y levaduras. Destaca por su elevado contenido de dextrosa y con un pH ácido, estas condiciones favorecen el desarrollo de hongos dermatofitos.
- APD (Agar Papa Dextrosa): Medio de cultivo no selectivo, que comúnmente es empleado para el aislamiento y proliferación de hongos y levaduras. Su composición incluye extracto de papa y dextrosa, nutrientes que promueven el crecimiento fúngico.
- Acropétalos: Tipo de desarrollo en el que los conidios o esporas se generan secuencialmente, comenzando por las células más maduras en la base y avanzando hacia las más jóvenes en el extremo superior.
- Alergenos: Sustancias derivadas de hongos capaces de provocar reacciones inmunitarias, como asma o rinitis alérgica, en individuos sensibles.
- Anverso: Cara superior visible de una colonia de hongos cultivada en un medio sólido.
- Artroconidios: Conidios asexuales originados a partir de la fragmentación de hifas septadas en células individuales.
- Ascomiceto: Hongos pertenecientes al filo Ascomycota, caracterizados por producir ascosporas dentro de estructuras llamadas ascas.
- Asma: Trastorno respiratorio crónico cuyos síntomas pueden verse exacerbados por la exposición a esporas fúngicas con propiedades alergénicas.
- Basidiósporas: Esporas de reproducción sexual producidas por hongos del filo Basidiomycota, las cuales se desarrollan en estructuras conocidas como basidios.
- Biocontrolador: Organismo utilizado para combatir plagas o patógenos de manera natural.
- Blastoconidios: Son esporas que se forman por el proceso de gemación, que es cuando una célula brota de otra. Son típicos de las levaduras.
- CHROMagar: Es un medio de cultivo selectivo donde el crecimiento de levaduras o bacterias generará un color diferente dependiendo de la especie, sirve para hacer una diferenciación e identificación de forma cualitativa de diversas especies.
- Caja Petri: Es el recipiente redondo y transparente que se usa en los laboratorios para cultivar microorganismos en medios sólidos.
- Carotenoides: Son los pigmentos naturales que les dan a algunos hongos sus colores amarillos, anaranjados o rojizos.
- Celulasa: Es una enzima que algunos hongos producen para descomponer la celulosa y usarla como alimento.
- Cenocítico: Tipo de hifa que no tiene paredes internas o es separada por "tabiques". Es como un tubo largo con muchos núcleos dispersos.
- Clamidoconidios: Son esporas de resistencia con paredes muy gruesas. Se forman cuando las condiciones ambientales son malas para que el hongo pueda sobrevivir.
- Cleistotecios: Son estructuras reproductivas cerradas y redondas. Dentro de ellas se forman las esporas sexuales de algunos hongos ascomicetos.
- Colonias: Son los grupos de hongos visibles que crecen juntos en un medio de cultivo.
- Columnela: Es la parte estéril de la estructura que sostiene las esporas y que se extiende hacia adentro.
- Conidios: Son las esporas asexuales más comunes. Se producen en el exterior de estructuras especializadas llamadas conidióforos.
- Conidióforos: Son las hifas modificadas que actúan como "soportes" para producir y sostener los conidios.
- Conjuntivitis: Es la inflamación de la conjuntiva del ojo que, a veces, puede ser causada por una infección de hongos.
- Cromoblastomicosis: Es una infección de la piel crónica causada por ciertos hongos dematiáceos. Produce lesiones parecidas a verrugas o bultos.

- Cultivo: Es la técnica de laboratorio para hacer crecer hongos en condiciones controladas, usando medios nutritivos artificiales.
- Células hülle: Son células circulares especiales con paredes gruesas que rodean y protegen las estructuras reproductivas en hongos como los del género *Aspergillus*.
- Dematiáceos: Hongos filamentosos que tienen pigmentos oscuros (melanina) en sus paredes celulares, lo que les da un color negro o marrón. Muchos de ellos tienen importancia médica.
- Dermatofitos: Un grupo de hongos que solo infectan tejidos con queratina, como la piel, el pelo y las uñas. Causan las muy conocidas tiñas.
- Dictioconidios: Son esporas complejas con muchas células y divisiones tanto a lo ancho como a lo largo, lo que les da una apariencia a una red abultada.
- Dimorfismo fúngico: Es la capacidad de algunos hongos de crecer de dos formas diferentes: como hongo filamentoso a temperatura ambiente y como levadura a la temperatura del cuerpo humano que es en promedio de 37 °C.
- Disyuntores: Son células especiales que se encuentran entre el conidióforo y las esporas. Su función es ayudar a que las esporas se suelten y se liberen.
- Entomopatógeno: Se refiere a hongos que infectan y enferman a los insectos. Son muy útiles para el control biológico de plagas.
- Esporangiosporas: Son esporas asexuales que se forman dentro de una estructura en forma de saco llamada esporangio. Son comunes en grupos de hongos como *Zygomycota*.
- Esporangióforos: Son las hifas especializadas que se elevan desde el sustrato para sostener los esporangios.
- Feohifomicosis: Es una infección en la piel o dentro del cuerpo causada por hongos dematiáceos. Se caracteriza por la presencia de sus hifas pigmentadas en los tejidos infectados.
- Fitopatógeno: Son hongos que causan enfermedades en las plantas, generando grandes pérdidas en la agricultura.
- Fialides: Células con forma de botella que producen conidios en secuencia, uno tras otro, desde la punta. Son típicas de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*.
- Gemación: Es un método de reproducción asexual donde una célula madre desarrolla una pequeña célula que luego crece y se separa, formando una nueva célula. Es la forma de reproducción de las levaduras.
- Glabra: Describe una colonia de hongos que tiene una superficie lisa y uniforme, sin estructuras aéreas o "pelitos" visibles.
- Género: Es una categoría de clasificación de los seres vivos que agrupa a varias especies que son muy parecidas.
- Hialinos: Se dice de las estructuras de los hongos que son transparentes o sin color, ya sean hifas o esporas.
- Hifas: Son los filamentos que forman el cuerpo principal de un hongo. El conjunto de hifas se llama micelio.
- Hormodendrum: Describe una forma de conidiación en forma de árbol, donde el conidióforo se ramifica repetidamente. Se ve en algunos hongos dematiáceos.
- Inmunocomprometidos: Son pacientes con las defensas muy bajas debido a enfermedades (como el VIH o cáncer) o tratamientos médicos. Esto los hace más vulnerables a las infecciones por hongos.
- Inmunosuprimidos: Es un término similar al anterior. Se refiere a personas con un sistema inmune debilitado, a menudo por medicamentos como la quimioterapia, lo que aumenta su riesgo de desarrollar micosis graves.
- Levadura: Es una forma de hongo que crece como una célula individual y se reproduce por gemación.
- Macroaleuroconidios: Esporas muy grandes que se forman cuando una hifa se rompe y se convierte directamente en una espora.
- Macroconidios: Son esporas asexuales grandes y con varias células son polimorfos y de mayor tamaño que los microconidios.
- Meningitis micótica: Es una infección grave de las membranas que cubren el cerebro y la médula espinal, causada por hongos. Afecta especialmente a personas con defensas bajas.

- Metulas: Son estructuras que sirven de soporte en algunos hongos. De ellas salen las fiálides, que a su vez producen las esporas.
- Micelio: Es la red de filamentos (hifas) que forma el cuerpo principal de un hongo. Es como la "raíz" que absorbe los nutrientes.
- Micetoma: Una infección crónica y severa que afecta la piel y los tejidos profundos. Se caracteriza por hinchazón y la aparición de "granos" de hongo o bacteria.
- Micología: Es la rama de la ciencia que se dedica al estudio de los hongos: su clasificación, cómo viven y su importancia en la medicina y la industria.
- Micosis: Es el término general para cualquier enfermedad causada por hongos.
- Micotoxinas: Son sustancias tóxicas que algunos hongos producen. Pueden ser muy peligrosas si se ingieren, ya que causan enfermedades en personas y animales.
- Micras ( $\mu\text{m}$ ): Es una unidad de longitud equivalente a una milésima parte de un milímetro.
- Microconidios: Son esporas asexuales muy pequeñas y de una sola célula. Se producen en grandes cantidades en muchos hongos.
- Moho: Es el nombre común que se le da a los hongos filamentosos que forman colonias con aspecto de "pelusa", como las que crecen en el pan o la fruta.
- Morfología macroscópica: Son las características que se ven a simple vista en una colonia de hongos, como su color, forma, tamaño y textura.
- Morfología microscópica: Son las estructuras que se ven con el microscopio y que son esenciales para identificar un hongo, como el tipo de hifas o la forma de las esporas.
- Mucormicosis: Es una infección muy agresiva y peligrosa causada por ciertos hongos mucorales en pacientes inmunodeprimidos.
- Ojival: Es una forma de spora alargada con puntas afiladas, como la de la levadura *Cryptococcus* spp.
- Onicomycosis: Una infección de las uñas de manos o pies causada principalmente por hongos, lo que provoca que se pongan gruesas, se decoloren y se deformen.
- Ostiolo: Es un pequeño orificio que tienen algunas estructuras reproductivas cerradas similar al orificio en un saco, por donde se liberan las esporas cuando maduran.
- Picnidios: Son estructuras reproductivas con forma de esfera que contienen en su interior las esporas.
- Polisacáridos fúngicos: Son los componentes principales de la pared celular de los hongos, como la quitina. Les dan su estructura y forma.
- Queratitis micótica: Es una infección grave de la córnea causada por hongos.
- Rinitis alérgica fúngica: Una reacción alérgica que afecta la nariz y es causada por la inhalación de esporas de hongos.
- Saprófito: Un organismo, generalmente un hongo o una bacteria, que se alimenta de materia orgánica muerta. Son cruciales para reciclar nutrientes en la naturaleza.
- Septado: Describe las hifas que tienen paredes internas o "tabiques" que las dividen en células separadas.
- Seudohifas: Son cadenas de células de levadura que se forman cuando estas se reproducen, pero no se separan por completo aparecen en medios especiales para levadura.
- Termófilo: Un microorganismo que está adaptado para crecer en temperaturas muy altas 45-60 °C
- Tiña: Es el nombre común para las infecciones de la piel, pelo y uñas causadas por hongos dermatofitos. Se le da un nombre específico dependiendo de la parte del cuerpo que afecte (por ejemplo, tinea pedis para el pie de atleta).

# Referencias:

- Abarca, M. L. (2000). Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial. *Rev Iberoam Micol*, 17(3), S79-S84.
- Abel-Fernández, E., Martínez, M. J., Galán, T., & Pineda, F. (2023). Going over fungal allergy: *Alternaria alternata* and its allergens. *Journal of Fungi*, 9(5), 582.
- Alcalá-Padilla, G., Bedolla-Barajas, M., Gramajo, A. K., & Valdez-López, F. (2016). Prevalencia de sensibilización a alérgenos en niños escolares con asma que viven en la zona metropolitana de Guadalajara. *Revista Alergia México*, 63(2), 135-142.
- Arenas, R. (2014). *Micología médica ilustrada*. (5ª ed.). México: McGraw-Hill. P: 240, 264, 291.
- Bennett, A., Ponder, M. M., & Garcia-Diaz, J. (2018). *Phoma* infections: classification, potential food sources, and their clinical impact. *Microorganisms*, 6(3), 58.
- Boutrou, R., & Guéguen, M. (2005). Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology. *International journal of food microbiology*, 102(1), 1-20.
- Casadevall, A., & Pirofski, L. A. (2013). *Exserohilum rostratum* fungal meningitis associated with methylprednisolone injections. *Future microbiology*, 8(2), 135-137.
- Chen, T., Zhang, Z., Chen, Y., Li, B., & Tian, S. (2023). *Botrytis cinerea*. *Current biology: CB*, 33(11), R460-R462.
- DeMers, M. (2022). *Alternaria alternata* as endophyte and pathogen. *Microbiology*, 168(3), 001153.
- Fazili, A. B. A., Shah, A. M., Zan, X., Naz, T., Nosheen, S., Nazir, Y., ... & Song, Y. (2022). *Mucor circinelloides*: a model organism for oleaginous fungi and its potential applications in bioactive lipid production. *Microbial cell factories*, 21(1), 29.
- Fernandes, C., Casadevall, A., & Gonçalves, T. (2023). Mechanisms of *Alternaria* pathogenesis in animals and plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 47(6), fuad061.
- Fortún, J., Meije, Y., Fresco, G., & Moreno, S. (2012). Aspergilosis. Formas clínicas y tratamiento. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 30(4), 201-208.
- García-Martos, P., García-Agudo, R., Hernández-Molina, J. M., Marín, P., Tallero, E., & Mira, J. (1998). Identificación de levaduras de interés clínico en el medio de cultivo CHROMagar Candida. *Rev Iberoam Micol*, 15(3), 131-5.
- Garrido, C. C. (2015). La podredumbre gris (*Botrytis cinerea*): Influencia en el vino y avances en las estrategias para su control. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, (274), 17.
- Gaviria-Giraldo, C. M., & Cardona-Castro, N. (2017). Esporotricosis y cromoblastomycosis: revisión de la literatura. *CES Medicina*, 31(1), 79-91.
- Ghosh, B., & Ray, R. R. (2011). Current commercial perspective of *Rhizopus oryzae*: a review. *J Appl Sci*, 11(14), 2470-2486.
- Glare, T. R., & Inwood, A. J. (1998). Morphological and genetic characterisation of *Beauveria* spp. from New Zealand. *Mycological Research*, 102(2), 250-256.

- Guzmán-Guzmán, P., Kumar, A., de Los Santos-Villalobos, S., Parra-Cota, F. I., Orozco-Mosqueda, M. D. C., Fadiji, A. E., ... & Santoyo, G. (2023). Trichoderma species: Our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases—A review. *Plants*, 12(3), 432.
- Hu, Y., & Zhu, B. (2016). Study on genetic engineering of *Acremonium chrysogenum*, the cephalosporin C producer. *Synthetic and Systems Biotechnology*, 1(3), 143-149.
- Kamari, A., Sepahvand, A., & Mohammadi, R. (2017). Isolation and molecular characterization of *Cryptococcus* species isolated from pigeon nests and Eucalyptus trees. *Current medical mycology*, 3(2), 20
- Karimi, K., & Zamani, A. (2013). *Mucor indicus*: biology and industrial application perspectives: a review. *Biotechnology advances*, 31(4), 466-481.
- Klosterman, S. J., Atallah, Z. K., Vallad, G. E., & Subbarao, K. V. (2009). Diversity, pathogenicity, and management of *Verticillium* species. *Annual review of phytopathology*, 47(1), 39-62.
- Lars F. W; Eileen M. B; Shawn R. L; Gary W. P. (2023) *Larone's medically Important Fungi. A guide to identification*. 7th edition. Washington, DC : ASM Press, P:58, 177, 230, 233, 255, 265, 277, 350, 363, 364, 367, 377 .
- Lass-Flörl, C., Kanj, S. S., Govender, N. P., Thompson III, G. R., Ostrosky-Zeichner, L., & Govrins, M. A. (2024). Invasive candidiasis. *Nature Reviews Disease Primers*, 10(1), 20.
- Li, Y., Wang, Y., Wang, H., Shi, T., & Wang, B. (2024). The Genus *Cladosporium*: A Prospective Producer of Natural Products. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(3), 1652. <https://doi.org/10.3390/ijms25031652>
- López-Morales, Fernando, Aragón-García, Agustín, Pérez-Torres, Betzabeth Cecilia, Vásquez-Carrillo, Gricelda, Castillo-Hernández, Dalia, & Aragón Sánchez, Miguel. (2023). Identificación de hongos extraídos de tortillas de diferentes razas de maíz (*Zea mays* L.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 10(3), e3453. Epub 26 de abril de 2024. <https://doi.org/10.19136/era.a10n3.3453>
- Mascarin, G. M., & Jaronski, S. T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32, 1-26.
- Modesti, M., Alfieri, G., Chieffo, C., Mencarelli, F., Vannini, A., Catalani, A., ... & Bellincontro, A. (2024). Destructive and non-destructive early detection of postharvest noble rot (*Botrytis cinerea*) in wine grapes aimed at producing high-quality wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 104(4), 2314-2325.
- Moreno-Gavira, A., Huertas, V., Diánez, F., Sánchez-Montesinos, B., & Santos, M. (2020). *Paecilomyces* and its importance in the biological control of agricultural pests and diseases. *Plants*, 9(12), 1746.
- O'Gorman, C. M. (2011). Airborne *Aspergillus fumigatus* conidia: a risk factor for aspergillosis. *Fungal biology reviews*, 25(3), 151-157.

- Ochoa-Viñals, N., Alonso-Estrada, D., Pacios-Michelena, S., García-Cruz, A., Ramos-González, R., Faife-Pérez, E., ... & Iliná, A. (2024). Current Advances in Carotenoid Production by *Rhodotorula* sp. Fermentation, 10(4), 190.
- Pérez Pintado, E., Fernández García, L. M., & Pérez Pintado, E. (2019). Fungemia causada por *Rhodotorula* en un lactante crítico. *Revista Cubana de Pediatría*, 91(1).
- Pérez-Cantero, A., & Guarro, J. (2020). Current knowledge on the etiology and epidemiology of *Scopulariopsis* infections. *Medical mycology*, 58(2), 145-155.
- Prasongsuk, S., Lotrakul, P., Ali, I., Bankeeree, W. y Punnapayak, H. (2018). Estado actual de *Aureobasidium pullulans* en biotecnología. *Folia microbiologica*, 63, 129-140.
- Ram, D., Devi, T. P., Koti, P. S., Jeevan, B., Kamil, D., Vanapalli, C. S., ... & Kashyap, A. S. (2024). Exploring the taxonomic classification of *Curvularia* genera: Enhancing understanding of phytopathogenic species in Poaceae through morphological and molecular approaches. *Journal of Plant Pathology*, 106(2), 539-551. <https://doi.org/10.1007/s42161-023-01560-5>
- Schuster, A., & Schmoll, M. (2010). Biology and biotechnology of *Trichoderma*. *Applied microbiology and biotechnology*, 87(3), 787-799.
- Sciortino, Carmen V., Jr.,(2017) *Atlas of Clinically Important Fungi*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey. P:47, 88, 299,345, 435-436.
- Skerlev, M., & Miklič, P. (2010). The changing face of *Microsporum* spp infections. *Clinics in dermatology*, 28(2), 146-150.
- Taguiam, J. D., Evallo, E., & Balendres, M. A. (2021). *Epicoccum* species: Ubiquitous plant pathogens and effective biological control agents. *European Journal of Plant Pathology*, 159, 713-725.
- Trujillo A (Ed) (2020) *Hongos contaminantes*. *Micología Médica Básica*, 6e. McGraw-Hill Education. P:72,81,86, 100, 102, 142, 270, 282, 449. <https://accessmedicina.bibliotecabuap.elogim.com/content.aspx?bookid=2980&sectionid=249394659>
- Wang, P., Jia, S. L., Liu, G. L., Chi, Z., & Chi, Z. M. (2022). *Aureobasidium* spp. and their applications in biotechnology. *Process Biochemistry*, 116, 72-83.
- Wilson, W. R. (1998). The role of fourth-generation cephalosporins in the treatment of serious infectious diseases in hospitalized patients. *Diagnostic microbiology and infectious disease*, 31(3), 473-477.
- Woudenberg, J. H. C., Meijer, M., Houbraken, J., & Samson, R. A. (2017). *Scopulariopsis* and *scopulariopsis*-like species from indoor environments. *Studies in Mycology*, 88(1), 1-35.
- Zhai, M. M., Li, J., Jiang, C. X., Shi, Y. P., Di, D. L., Crews, P., & Wu, Q. X. (2016). The bioactive secondary metabolites from *Talaromyces* species. *Natural products and bioprospecting*, 6(1), 1-24.



